ELETTRONICA PRATICA

RIVISTA MENSILE PER GLI APPASSIONATI
DI ELETTRONICA - RADIO - OM - 27 MHz

PERIODICO MENSILE - SPED. IN ABB. POST. GR. 3°/70 - ANNO XX - N. 5 - MAGGIO 1991
ED. ELETTRONICA PRATICA - VIA ZURETTI, 52 - 20125 MILANO - TEL. 02/6697945
L. 5.000

PRIMI PASSI TRANSISTOR PILOTATI DALLA LUCE

SERVOCOMANDO PROGRESSIVO PER MODELLISTI

IL BATTITEMPO DEGLI SPORTIVI

STRUMENTI DI MISURA

MULTIMETRO DIGITALE
MOD. TS 280 D - L. 132.000

CARATTERISTICHE GENERALI
7 Campi di misura - 31 portate - Visualizzatore cristallo liquido a 3½ cifre altezza mm 12,5 montato su elastomeri - Integrati montati su zoccoli professionali - Batteria 9 V - Autonomia 1000 ore per il tipo zinco carbone, 2000 ore per la batteria alcalina - Indicatore automatico di batteria scarica quando rimane una autonomia inferiore al 10% - Fusibile di protezione - Bassa portata ohmmetrica (20 Ω) - 10 A misura diretta in D.C. e A.C. - Cicalino per la misura della continuità e prova diodi - Boccole antinfortunistiche - Dimensione mm 170 x 87 x 42 - Peso Kg 0,343

PORTATE

VOLT D.C	=	200 mV - 2 V - 20 V - 200 V - 1000 V
VOLT A.C.	=	200 mV - 2 V - 20 V - 200 V - 750 V
OHM	=	20 Ω - 200 Ω - 2 KΩ - 20 KΩ - 200 KΩ - 2 MΩ - 20 MΩ
AMP. D. C.	=	200 μA - 2 mA - 20 mA - 200 mA - 2000 mA - 10 A
AMP. A.C.	=	200 μA - 2 mA - 20 mA - 200 mA - 2000 mA - 10 A

ACCESSORI
Libretto istruzione con schema elettrico e distinta dei componenti - Puntali antinfortunistici - Coccodrilli isolati da avvitare sui puntali.

TESTER ANALOGICO
MOD. TS 260 - L. 64.500

CARATTERISTICHE GENERALI
7 Campi di misura - 31 portate

Sensibilità	:	20.000 Ω/V D.C. - 4.000 Ω/V A.C.
Dimensioni	:	mm 103 x 103 x 38
Peso	:	Kg 0,250
Scala	:	mm 95
Pile	:	2 elementi da 1,5 V

2 Fusibili
Spinotti speciali contro le errate inserzioni

PORTATE

VOLT D.C	=	100 m V - 0,5 V - 2 V - 5 V - 20 V - 50 V - 100 V - 200 V - 1000 V
VOLT A.C.	=	2,5 V - 10 V - 25 V - 100 V - 250 V - 500 V - 1000 V
OHM	=	Ω x 1 - Ω x 10 - Ω x 100 - Ω x 1000
AMP. D.C.	=	50 μA - 500 μA - 5 mA - 50 mA - 0,5 A - 5 A
AMP. A.C.	=	250 μA - 1,5 mA - 15 mA - 150 mA - 1,5 A - 10 A
CAPACITÀ	=	0 ÷ 50 μF - 0 ÷ 500 μF (con batteria interna)
dB	=	22 dB - 30 dB - 42 dB - 50 dB - 56 dB- 62 dB

ACCESSORI
Libretto istruzione con schema elettrico e parti accessorie - Puntali

Gli strumenti pubblicizzati in questa pagina possono essere richiesti inviando anticipatamente l'importo, nel quale sono già comprese le spese di spedizione, tramite vaglia postale, assegno bancario o conto corrente postale n. 46013207 a: STOCK RADIO - 20124 MILANO - Via P. Castaldi, 20.

UNA RICORRENZA

Lo scorso mese questo periodico ha iniziato il suo ventesimo anno di vita, giacché il primo fascicolo venne alla luce nell'aprile del 1972, molto tempo addietro. Durante il quale, con un linguaggio semplice e comprensibile a tutti, crediamo d'aver interessato uomini di ogni età, volonterosi di trascorrere saggiamente ed utilmente i loro momenti liberi, cercando di perfezionare le conoscenze tecniche acquisite o di assimilarne altre, più moderne ed ambiziose. Uomini che, per ragioni anagrafiche o di ingresso nell'ordine di studi superiori, possono essersi da noi accomiatati, ma che indubbiamente, ascoltandoci ed apprezzandoci fin dal numero uno della rivista, hanno contribuito al pieno successo dell'impresa, suscitando entusiasmo in lettori nuovi e più numerosi, invogliando molti a conoscerci, stimarci e seguirci. A costoro, dunque, nei giorni di una ricorrenza a noi cara, assicuriamo di voler operare sempre nella direzione su cui ci siamo avviati, per conservare vivo lo scambio reciproco di idee, per sollecitare la collaborazione attiva e porgere orecchio ad ogni suggerimento, mirato all'esaltazione di questa appassionante attività.

NORME DI ABBONAMENTO

Quote valevoli per tutto il 1991

PER L'ITALIA L. 50.000

PER L'ESTERO L. 60.000

La durata dell'abbonamento è annuale, con decorrenza da qualsiasi mese.

Per sottoscrivere un nuovo abbonamento, o rinnovare quello scaduto, basta inviare l'importo a:

ELETTRONICA PRATICA

VIA ZURETTI, 52 - 20125 MILANO

servendosi di vaglia postale, assegno bancario o circolare, oppure tramite c.c.p. N. 916205. Si prega di scrivere con la massima chiarezza, possibilmente in stampatello, citando con grande precisione: cognome, nome, indirizzo e data di decorrenza dell'abbonamento.

ABBONARSI: significa acquisire il diritto a ricevere in casa propria, tramite i servizi postali di Stato, tutti i fascicoli mensili editi nel corso dell'anno.

ABBONARSI: vuol dire risparmiare sulla corrispondente spesa d'acquisto del periodico in edicola. Soprattutto perché si blocca il prezzo iniziale di copertina nel tempo di dodici mesi.

È possibile sottoscrivere l'abbonamento o rinnovare quello scaduto direttamente presso la nostra sede:

ELETTRONICA PRATICA - 20125 MILANO - VIA ZURETTI, 52 - TEL. 6697945

ELETTRONICA PRATICA

RIVISTA MENSILE DI ELETTRONICA - ANNO 20 - N. 5 MAGGIO 1991

LA COPERTINA - Riproduce il progetto del battitempo, presentato e descritto nelle prime pagine del fascicolo. Con esso, danzatori, ginnasti e sportivi possono ritmare i loro movimenti con il minimo sforzo.

editrice
ELETTRONICA PRATICA

direttore responsabile
ZEFFERINO DE SANCTIS

disegno tecnico
CORRADO EUGENIO

stampa
TIMEC
ALBAIRATE - MILANO

Distributore esclusivo per l'Italia: A.&G. Marco - Via Fortezza n. 27 - 20126 Milano tel. 25261 autorizzazione Tribunale Civile di Milano - N. 74 del 29-12-1972 - pubblicità inferiore al 25%.

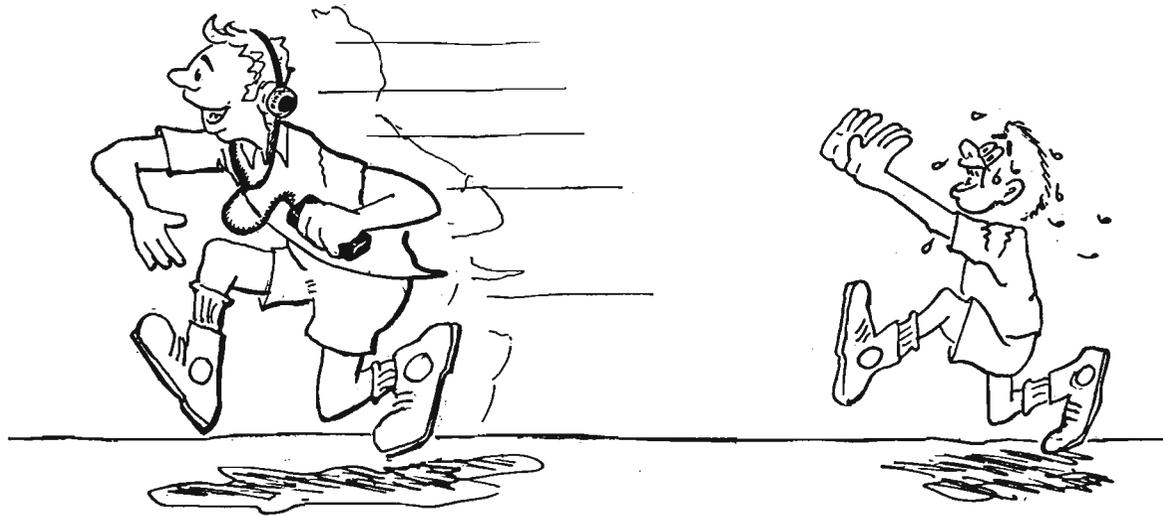
UNA COPIA	L. 5.000
ARRETRATO	L. 5.000

I FASCICOLI ARRETRATI DEBBONO ESSERE RICHIESTI ESCLUSIVAMENTE A: ELETTRONICA PRATICA Via Zuretti, 52 - 20125 MILANO

DIREZIONE - AMMINISTRAZIONE - PUBBLICITÀ - VIA ZURETTI 52 - 20125 MILANO

Tutti i diritti di proprietà letteraria ed artistica sono riservati a termine di Legge per tutti i Paesi. I manoscritti, i disegni, le fotografie, anche se non pubblicati, non si restituiscono.

Sommario

20125 MILANO - VIA ZURETTI, 52 - Telefono (02) 6697945

BATTITEMPO

Sono sempre più numerose le persone che, in tuta ginnica e di corsa, percorrono viali e vialetti dei parchi, sentieri di campagna, lungomari delle località balneari. Soprattutto il sabato e la domenica, durante il tempo libero, quando, per motivi igienici, salutari o sportivi, si pratica il cosiddetto "jogging". I cui benefici appaiono certamenti maggiori, più efficaci e vantaggiosi, se i movimenti corporei vengono coordinati da un ritmo preciso, sempre uguale, ovviamente adatto all'età e alle condizioni fisiologiche di chi produce lo sforzo. Così come avviene nelle palestre, nei centri di educazione muscolare e articolare, nei raduni di preparazione metodica del fisico alle gare, dove l'istruttore stabilisce e mantiene le giuste cadenze degli esercizi.

Un piccolo dispositivo battitempo, di minimo peso, ovvero portatile, ma generatore di un suono gradevole e regolabile nel volume e nella cadenza, può divenire utile in molti settori della vita sociale.

In queste pagine, dunque, vogliamo proporre, ai lettori direttamente interessati, la soluzione di un problema assai importante: il controllo della successione ritmica dei passi durante la corsa che, per essere veramente utile, non può tollerare accelerazioni o ritardi. Ma in quale modo? Sicuramente con un sistema elettronico, che non appesantisca la tenuta atletica, che non diffonda rumori nell'ambiente, inquinandolo acusticamente, che possa adattarsi ad ogni personale esigenza, tramite semplici e rapide regolazioni. In poche parole, con un dispositivo il cui peso è principalmente quello di una piccola pila, ed i cui battiti sonori vengono recepiti attraverso un auricolare o una minicuffia.

SEMPLICITÀ CIRCUITALE

Vediamo ora in che cosa consiste e come funziona questo piccolo apparecchio, il cui schema elettrico è pubblicato in figura 1 e nel quale le principali funzioni elettriche sono svolte da un integrato di tipo 4093 B.
Le quattro sezioni NAND (a - b - c - d) di IC1, realizzato in tecnologia CMOS a gate metallico, fungono da oscillatori ed amplificatori di corrente. La sezione "a" si identifica con un generatore di segnale ad onda rettangolare, che è quello che dà origine alla cadenza cui lo sportivo adegua i propri movimenti, la sezione "b" rappresenta l'oscillatore a 200 Hz circa, che oscilla soltanto per alcuni attimi e non per tutta la durata dell'onda quadra generata dalla prima sezione "a" di IC1, le due sezioni "c" e "d", infine, compongono un amplificatore di corrente, di intensità sufficiente e necessaria a pilotare un piccolo trasduttore acustico, collegato sull'uscita circuitale U.
Lo stabilizzatore di tensione IC2, per il quale si utilizza il modello 78L05, mantiene costante la tensione di alimentazione dell'integrato IC1. La presenza di questo elemento si è resa necessaria per impedire che, l'inevitabile esaurimento della pila di alimentazione, durante il funzionamento del battitempo, possa alterare il ritmo del segnale ascoltato in cuffia. Pertanto, la presenza dello stabilizzatore IC2 garantisce la costanza della frequenza generata anche dopo un calo di 2 o 3 V della tensione della pila da 9 V.
Al massimo volume, regolabile tramite R5, il circuito di figura 1 assorbe la corrente di 3,2 mA.
Con il trimmer R2 si regola a piacere la cadenza dei segnali acustici udibili in cuffia o nell'auricolare di tipo piezoelettrico.

Per ritmare i movimenti degli sportivi

Per regolare i tempi degli esercizi ginnici.

Per ridurre lo sforzo degli atleti.

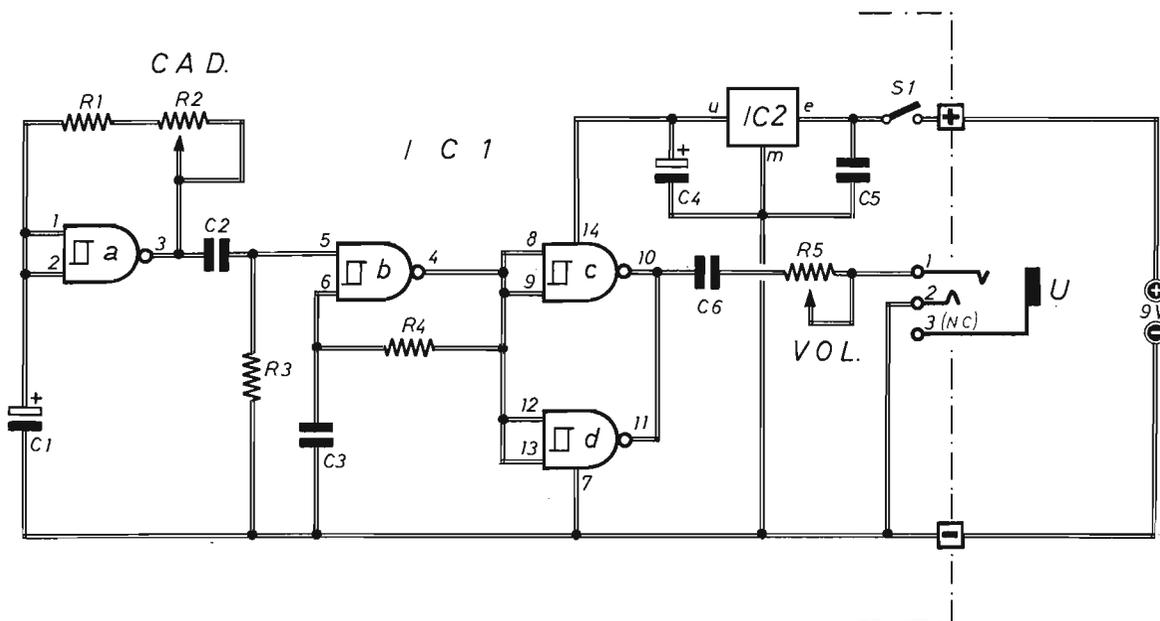



Fig. 1 - Schema elettrico del battitempo. Con il trimmer R2 si regola a piacere il ritmo dei battiti sonori. Con R5 si controlla il volume dell'audio in cuffia o auricolare, da applicare alla presa U.

COMPONENTI

Condensatori

C1 = 5 µF - 16 Vl (elettrolitico)
C2 = 470.000 pF (ceramico)
C3 = 220.000 pF (ceramico)
C4 = 10 µF - 35 Vl (elettrolitico)
C5 = 100.000 pF (ceramico)
C6 = 1 µF (non polarizz.)

Resistenze

R1 = 100.000 ohm - 1/4 W
R2 = 100.000 ohm (trimmer)
R3 = 120.000 ohm - 1/4 W
R4 = 27.000 ohm - 1/4 W
R5 = 1.000 ohm (trimmer)

Varie

IC1 = 4093 B
IC2 = 78L05
S1 = interrutt.
ALIM. = 9 Vcc

L'INTEGRATO CMOS

Per coloro che cercano di addentrarsi maggiormente nello studio del comportamento dei sistemi integrati, prendiamo lo spunto dal funzionamento dei due oscillatori, sommariamente descritti, per citare alcune importanti nozioni relative alla tecnologia CMOS, cui l'integrato 4093B appartiene e che i lettori principianti possono sorvolare.

Come si è detto, il progetto di figura 1 comprende due sistemi oscillatori ed alcune funzioni accessorie. I due oscillatori, seppure diversi fra loro, funzionano in base allo stesso principio e sono costruiti attorno ad un inverter a trigger di Schmitt, realizzato appunto da un integrato in tecnologia CMOS a gate metallico.
In questa tecnologia, come del resto in quella CMOS a gate in silicio, ora più diffusa, la funzione logica di inverter viene svolta da due transistor MOS, uno a canale N e l'altro a canale P, collegati in push-pull. Da qui proviene il nome MOS Complementare o, più semplicemente, quello in terminologia inglese di CMOS.
I due transistor MOS sono realizzati con il medesimo processo produttivo sulla stessa piastrina di silicio. E in modo analogo si attuano strutture a transistor MOS complementari per le altre funzioni logiche. In particolare, si può dotare l'ingresso di una notevole isteresi sulle soglie di scatto, anche pari al 50% della tensione di alimentazione. Il che significa che, per rendere

Fig. 2 - Schema pratico del battitempo. Si noti l'impiego di due trimmer dotati di rotelline dentate, che facilitano le operazioni di regolazione. La pila rimane fissata rigidamente alla basetta, onde evitare che si possa muovere durante l'impiego del dispositivo.

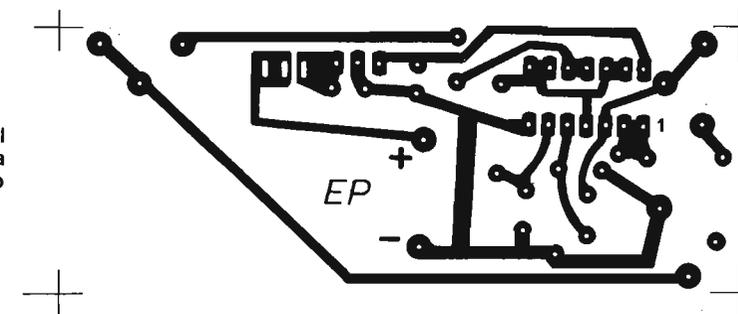



Fig. 3 - Disegno in grandezza reale del circuito stampato, da riprodurre su una delle due facce di una basetta supporto delle dimensioni di 9 cm x 3,5 cm.

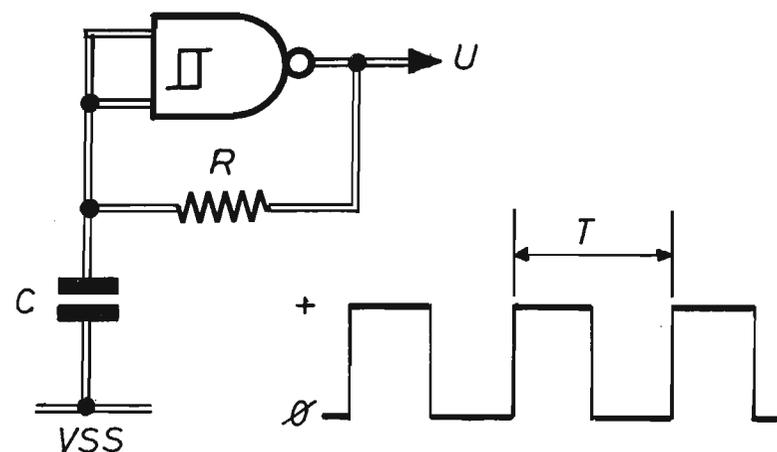



Fig. 4 - Questo semplice schema illustra gli elementi essenziali che caratterizzano i due circuiti oscillatori del battitempo. Sulla destra è riportato il diagramma del segnale generato, con la misura del periodo T.

bassa l'uscita, l'ingresso deve superare il 75% della tensione di alimentazione, mentre per inviarla sull'alto, l'ingresso deve scendere al di sotto del 25% della tensione di alimentazione.
Questa isteresi, tipica dei circuiti a scatto, chiamati pure trigger di Schmitt, garantisce scatti monotoni e privi di incertezze sulle uscite, anche in presenza di segnali lentamente crescenti in entrata e con rumore sovrapposto.
Pure l'immunità al rumore appare aumentata e le stesse soglie vengono riferite, con una certa precisione, alla tensione di alimentazione, anche al variare della temperatura. Cosa questa, che non si verifica, ad esempio, negli integrati TTL.
Concludendo, con la tecnologia CMOS, se la tensione di alimentazione non varia, le soglie rimangono costanti.
Un'altra caratteristica, degna di menzione, va riscontrata nel basso consumo di energia dei circuiti CMOS, che assorbono corrente soltanto durante le commutazioni, dovendo caricare e scaricare piccoli condensatori parassiti, mentre in condizioni statiche l'assorbimento è praticamente nullo, dato che è sufficiente assicurare la presenza delle tensioni di polarizzazione, nei circuiti ad impedenza teoricamente infinita e quindi in assenza di apprezzabili correnti assorbite, per rendere funzionale il CMOS. La famiglia 4000, poi, è in grado di lavorare con tensioni di alimentazione comprese fra i 3 V e i 18 V, sia pure con prestazioni diverse, anche se a 5 V queste risultano già ragguardevoli.

LE SCARICHE PERICOLOSE

Grande attenzione deve essere rivolta ai dispositivi descritti, per evitare che gli ingressi e le uscite di questi vengano danneggiati da scariche elettriche, come ad esempio quelle elettrostatiche o derivanti da tensioni alternate indotte. Perché tali circuiti posseggono uno strato di ossido di silicio, isolante, molto sottile e delicato, che può rimanere danneggiato anche dalla presenza di una tensione di 50 V. Ecco perché, allo scopo di evitare facili rotture, durante la manipolazione dei componenti, un tempo venivano inseriti sugli ingressi dei circuiti di "clamp", ossia dei dispositivi tosatori, composti da diodi e resistenze. Ma questi sono stati poi eliminati, quando si è constatato che tali accorgimenti davano origine alla formazione di SCR parassiti che, in presenza di scariche violente, si innescavano, distruggendo il dispositivo e cortocircuitando i piedini corrispondenti all'alimentazione.
Attualmente, i componenti presenti sul mercato, sopportano scariche equivalenti a quella

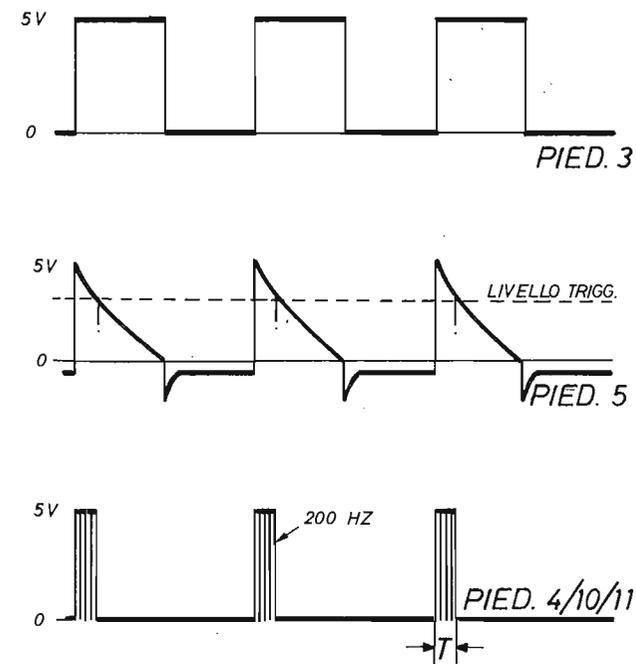



Fig. 5 - Andamento dei segnali e forme d'onda rilevabili sui piedini 3 - 5 - 4 - 10 - 11 dell'integrato 4093 B durante il funzionamento del progetto descritto nel testo.

prodotta da un condensatore da 150 pF, attraverso una resistenza da 1.000 ohm, che simula grossolanamente la resistenza del corpo umano, quando il condensatore è caricato fra cento ed alcune centinaia di volt. Naturalmente ciò dipende dalla casa costruttrice e dal modello. Ma, dato che il corpo umano, in certe condizioni di clima secco o in presenza di indumenti o moquette sintetica, raggiunge facilmente il potenziale elettrico di 20.000 volt, con punte anche di 40.000 volt, è facile comprendere quale pericolo possa rappresentare per il CMOS una sua sem-

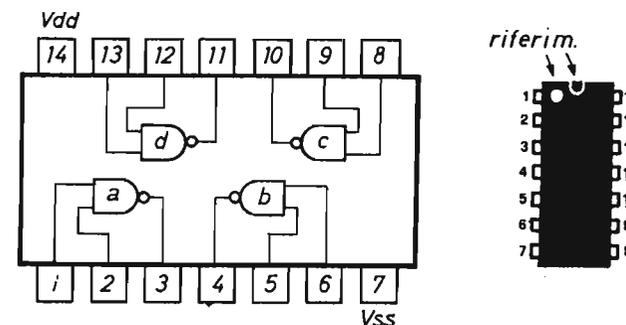



Fig. 6 - Schema a blocchi e piedinatura dell'integrato 4093 B. Sulla destra sono segnalati gli elementi di riferimento del componente, che consentono l'individuazione del piedino 1.

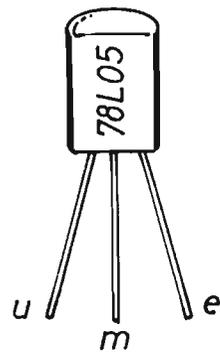



Fig. 7 - Disposizione dei tre elettrodi di uscita (u), massa (m) ed entrata (e), dell'integrato stabilizzatore modello 78L05.

plice manipolazione. È opportuno quindi trattare con la massima cautela questi dispositivi, soprattutto quando non sono già montati nei circuiti di impiego. Si consiglia, dunque, di servirsi di utensili collegati a massa e di collegare a massa, tramite un bracciale conduttivo, anche le mani. In ogni caso, il CMOS va conservato, il più a lungo possibile, con i suoi piedini in cortocircuito, tramite l'apposita spugnetta nera o rosa.

IL SEGNALE AD ONDA QUADRA

Gli elementi essenziali, che caratterizzano i due circuiti oscillatori del battitempo, sono evidenziati nello schema di figura 4 e si riducono a tre soli elementi: un inverter, realizzato a partire da una porta NAND, una resistenza R ed un condensatore C.
L'inverter è dotato di isteresi e ha i due ingressi collegati assieme, perché, come è risaputo, una porta NAND, con gli ingressi allo stesso livello logico, diviene equivalente ad un inverter, ovvero l'uscita si trova sempre ad un livello logico opposto a quello dell'entrata.
Supponendo ora che il condensatore C di figura 4 sia scarico a meno di un quarto della tensione di alimentazione, l'uscita è da considerarsi alta, essendo bassa l'entrata. Ma in questo caso la resistenza R fa scorrere una corrente in C, a partire dall'uscita alta, ovvero dal valore positivo della tensione di alimentazione. E il condensatore C continua a caricarsi fino al valore 3/4 della tensione di alimentazione, ossia fino alla soglia di scatto per l'uscita bassa della porta. In virtù dell'isteresi, l'uscita scatta a piena velocità verso il basso, realizzando il fronte di discesa della forma d'onda quadra riportata in figura 4.
Successivamente il condensatore C si scarica attraverso la resistenza R, fino a raggiungere nuovamente il valore pari ad 1/4 della tensione di alimentazione, quando provoca lo scatto verso l'alto dell'uscita, per realizzare il fronte di salita della forma d'onda di figura 4. Quindi il ciclo si ripete.
Il tempo di carica del condensatore C, che è quasi uguale a quello di scarica, rimane calcolato dal prodotto del valore della resistenza R, espresso in ohm, per la capacità di C valutata in farad, con il risultato indicato in minuti secondi.
Due semiperiodi, come segnalato nel diagramma di figura 4, esprimono il tempo totale del periodo T.

IL PRIMO OSCILLATORE

Le resistenze di carica della sezione "a" di IC1, che costituisce il primo circuito oscillatore, vanno identificate in R1 + R2, essendo la seconda rappresentata da un trimmer, che consente all'operatore di variare il tempo di oscillazione.
Volendo ottenere una variazione lineare del tempo o parabolica della frequenza, si deve utilizzare per R2 un potenziometro lineare, altrimenti si fa uso di un modello logaritmico.
Il condensatore elettrolitico di carica e scarica C1 dovrebbe risultare di tipo a film plastico, onde assicurare una buona stabilità di funzionamento, soprattutto in occasione di variazioni di temperatura. Tuttavia, valori capacitivi tanto elevati, sia pure a bassa tensione, non sono sempre facilmente reperibili. Si può ovviare, peraltro, all'inconveniente, montando un condensatore al tantalio o ad alluminio solido, che presenta una bassa tensione di fuga.
Volendo variare il campo di regolazione della frequenza, che è molto bassa, si deve intervenire sul valore capacitivo di C1, ricordando che, aumentandolo, la frequenza diminuisce e viceversa.

IL SECONDO OSCILLATORE

La sezione "b" di IC1 realizza il secondo circuito oscillatore, che fa capo ad un solo ingresso della porta NAND, corrispondente al piedino 6. L'altra entrata, cioè il piedino 5, serve come elemento di abilitazione. E ciò si deduce dalla tabella della verità delle porte NAND, dove si può riscontrare che, se un ingresso è alto, l'uscita segue l'opposto dell'altro ingresso, mentre rimanendo bassa, l'uscita resta bloccata sull'alto. Dunque l'oscillatore funziona soltanto se l'ingresso 5 è alto. Allora, come si può notare nel diagramma pubblicato in posizione centrale di figura 5, il condensatore C2 applica la parte più variabile del segnale, uscente dal primo oscillatore e presente sul piedino 3, al piedino 5.
Il fronte di discesa del segnale viene tosato dai diodi di protezione presenti sull'ingresso 5. Pertanto, il secondo oscillatore lavora alla frequenza più alta di quella della sezione "a", soltanto quando la tensione sul piedino 5 supera il valore della tensione di alimentazione nella misura di 3/4 di questa.
Aumentando la capacità di C2, aumenta la durata degli impulsi ad ogni periodo e viceversa. Si ha così la possibilità di variare il suono a seconda dell'impiego del dispositivo e dei gusti dell'operatore.

AMPLIFICAZIONE DI CORRENTE

Le ultime due sezioni "c" e "d" di IC1 servono ad isolare l'oscillatore e a dare più corrente all'uscita, come del resto è stato già detto in precedenza. Facciamo tuttavia presente che, per minimizzare i consumi, viene inviata al carico soltanto la parte alternata del segnale, tramite il condensatore C6, il cui valore capacitivo può essere variato, quando si desidera mutare il timbro del suono.
Facendo funzionare il battitempo in ambienti disturbati, si consiglia di inserire, tra i piedini 7 e 14 di IC1 e fra i terminali "u" ed "m" di IC2, un condensatore ceramico da 100.000 pF - 50 Vl. Per aumentare poi il segnale in uscita, è ancora possibile utilizzare per IC2 un regolatore da 7,5 V, in sostituzione di quello prescritto da 5 V.
In caso di collegamento del circuito di figura 1 con apparati amplificatori di bassa frequenza, occorre modificare il sistema di impiego della presa jack d'uscita, inviando a massa anche l'ancoraggio 3, normalmente non utilizzato (NC).

Fig. 8 - La presa jack, per auricolare o cuffia, deve essere utilizzata senza collegare il terminale 3 (NC).

Un'idea vantaggiosa:
l'abbonamento annuale a
ELETTRONICA PRATICA

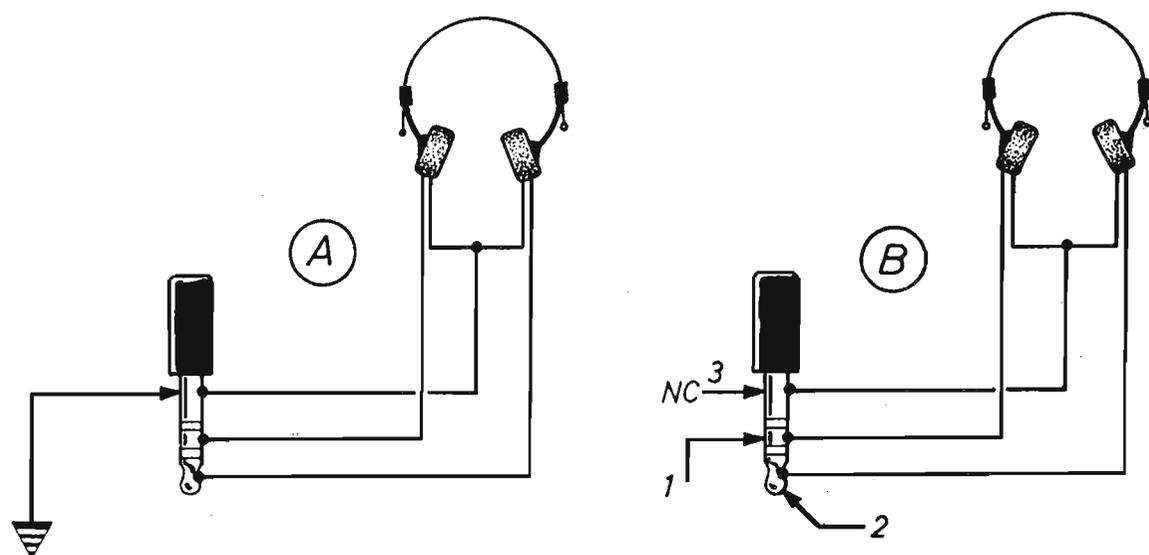



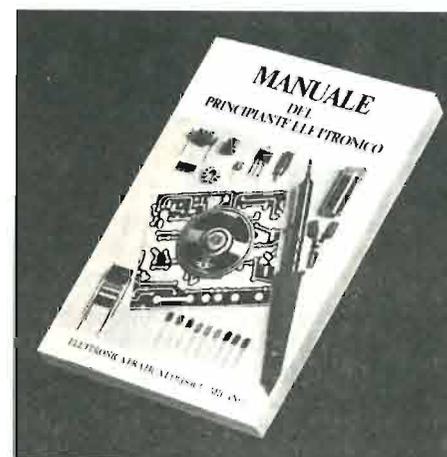
Fig. 9 - Sulla sinistra viene interpretato il tipo di collegamento in parallelo dei due padiglioni della cuffia (A). Sulla destra, lo schema B suggerisce il sistema di connessione in serie degli auricolari, come proposto nel testo.

MONTAGGIO

La costruzione del battitempo si esegue secondo quanto illustrato nello schema pratico di figura 2, utilizzando una basetta supporto di materiale isolante, di forma rettangolare, delle dimensioni di 9 cm x 3,3 cm e recante, in una delle sue facce, il circuito stampato, il cui disegno in grandezza reale è riportato in figura 3.
L'integrato IC1 va applicato tramite apposito zoccoletto a quattordici piedini, tenendo conto che il piedino 1 è facilmente individuabile per essere vicino agli elementi di riferimento, chiaramente segnalati sulla destra di figura 6. Naturalmente, come è stato detto in precedenza, questo componente deve essere trattato con le massime precauzioni, per evitare di danneggiarlo. Pertanto le mani dell'operatore, durante la manipolazione di IC1, debbono rimanere in collegamento con la massa, alla quale vanno pure connessi gli eventuali utensili necessari per l'innesto dell'elemento sullo zoccolo.
Per quanto riguarda poi gli elettrodi dell'integrato stabilizzatore IC2, questi sono segnalati con le lettere "u", "m" ed "e" nel disegno di figura 7 e corrispondono ai terminali di:

e = entrata
u = uscita
m = massa

Ai lettori principianti raccomandiamo di inserire i due condensatori elettrolitici C1 e C4 nel rispetto delle loro precise polarità, ricordando che l'elettrolitico C1 può essere vantaggiosamente sostituito con un modello al tantalio.
Allo scopo di evitare che la pila da 9 V possa muoversi, durante la marcia o la corsa dello sportivo, si consiglia di evitare la comune presa polarizzata, saldando a stagno i morsetti, sulle rispettive piste di rame del circuito, tramite due piccoli spezzoni di filo conduttore rigido, interponendo inoltre una porzione di collante cellulosico fra la basetta supporto e la pila stessa.
I due trimmer R2 ed R5, che consentono di regolare il ritmo del suono ed il suo volume in cuffia, debbono essere dotati di rotelline dentate, onde facilitare le manovre di taratura.
Ma per il trimmer R5 ci si accorgerà che sarà impossibile sopprimere del tutto il suono, mentre si dovrà ritenere questa inattuabilità un sicuro vantaggio pratico, dato che avverte l'utente del battitempo ad intervenire sull'interruttore S1 per spegnere il circuito e a non consumare la pila quando si depone il dispositivo.
La presa jack, illustrata in figura 8, va utilizzata senza connettere (NC) il terminale di massa. Perché in questo modo, come rilevabile nello schema B di figura 9, contrariamente a quanto avviene di solito con l'impiego dello schema A della stessa figura, i due padiglioni della cuffia rimangono collegati in serie, con un raddoppio dell'impedenza che, in tal caso, meglio si adatta all'uscita dell'integrato IC1.
Comunque, all'atto dell'acquisto del trasduttore acustico, conviene considerare il valore di impedenza del componente. Per esempio una cuffia da 50 ohm va preferita a quella da 8 ohm, perché l'impedenza della prima, con il sistema di collegamento suggerito, sale a 100 ohm, mentre quella della seconda raggiunge soltanto i 16 ohm.
Concludiamo ricordando che le cuffie, o gli auricolari di tipo piezoelettrico, meglio si adattano allo scopo.
Una leggera scatola di plastica, a montaggio ultimato, potrà essere adibita alla funzione di contenitore del circuito del battitempo.

MANUALE DEL PRINCIPIANTE ELETTRONICO

L. 20.000

Edito in formato tascabile, a cura della Redazione di Elettronica Pratica, è composto di 128 pagine riccamente illustrate a due colori.

L'opera è il frutto dell'esperienza pluridecennale della redazione e dei collaboratori di questo periodico. E vuol essere un autentico ferro del mestiere da tenere sempre a portata di mano, una sorgente amica di notizie e informazioni, una guida sicura sul banco di lavoro del dilettante.
Il volumetto è di facile e rapida consultazione per principianti, dilettanti e professionisti. Ad esso si ricorre quando si voglia confrontare la esattezza di un dato, la precisione di una formula o le caratteristiche di un componente. E rappresenta pure un libro di testo per i nuovi appassionati di elettronica, che poco o nulla sanno di questa disciplina e non vogliono ulteriormente rinviare il piacere di realizzare i progetti descritti in ogni fascicolo di Elettronica Pratica.
Tra i molti argomenti trattati si possono menzionare:
Il simbolismo elettrico - L'energia elettrica - La tensione e la corrente - La potenza - Le unità di misura - I condensatori - I resistori - I diodi - I transistor - Pratica di laboratorio.
Viene inoltre esposta un'ampia analisi dei principali componenti elettronici, con l'arricchimento di moltissimi suggerimenti pratici che, al dilettante, consentiranno di raggiungere il successo fin dalle prime fasi sperimentali.

Richiedeteci oggi stesso IL MANUALE DEL PRINCIPIANTE ELETTRONICO inviando anticipatamente l'importo di L. 20.000 a mezzo vaglia, assegno o c.c.p. n. 916205, indirizzando a: Elettronica Pratica - 20125 Milano - Via Zuretti, 52.

AVANTI - ALT - INDIETRO

Per piccoli e grossi motori alimentati in continua.

Necessario per i ferromodellisti.

SERVOCOMANDO PROGRESSIVO

Il progetto, qui presentato e descritto, serve a pilotare dolcemente un motore elettrico, di piccola o relativamente grande potenza, di tipo a corrente continua, con collettore, tramite un comune potenziometro a variazione lineare. Con il quale si può far ruotare l'albero della macchina dinamica in un senso o nell'altro, oppure provocarne l'arresto. Dunque, si tratta di un dispositivo di grande interesse per molti lettori e, in modo particolare, per i modellisti, che con questo apparecchio saranno in grado di governare agevolmente i movimenti dei loro treni, delle piccole autovetture, dei natanti e di ogni altro automezzo in miniatura. Mentre i non modellisti potranno utilizzarlo nei sistemi automatici, là dove sia necessario controllare la velocità delle manovre, oppure nei processi di regolazione delle portate degli impianti a pompa e, più generalmente, in una vasta gamma di pratiche soluzioni, nei più svariati settori professionali o del tempo libero, come ad esempio nel mondo dei giochi per i giovani.

La realizzazione pratica del servocomando, sufficientemente economica ed attuabile da tutti, ovvero anche dai lettori principianti, purché si rispettino le regole dettate in sede di descrizione del montaggio, può essere effettuata con uno o due moduli elettronici, a seconda della potenza del motore che si vuol tenere sotto controllo. Perché nel primo caso occorre costruire il solo progetto di figura 1, nel secondo si abbina a questo il circuito pubblicato in figura 6, allo scopo di comporre l'insieme presentato in figura 9, che può essere alimentato con un adatto, unico alimentatore a 14 Vcc ÷ 15 Vcc e potenza di 0,5 W ÷ 20 W, oppure tramite batteria per auto a 12 V.

Con l'impiego di questo servocomando elettronico, molti modellisti potranno risolvere taluni problemi di pilotaggio dei loro veicoli, soprattutto nel regolarne dolcemente i movimenti, gli arresti e le inversioni di marcia.

Ora, prima di iniziare la descrizione del servocomando, che maggiormente interessa coloro che vorranno attuarlo quanto prima, vogliamo soffermarci su alcuni concetti inerenti i motori, anche per giustificare la scelta del progetto da noi concepito e pubblicato in figura 1. Tuttavia, la seguente esposizione teorica può essere trascurata da chi ha più fretta, per raggiungere immediatamente il capitolo "Principio di funzionamento", quello che entra nel vivo dell'argomento, perché analizza il preciso comportamento del servocomando.

REGOLAZIONE DEL MOTORE

La regolazione del comportamento di un motore, di qualunque natura questo sia e in ogni tipo di applicazione, è quasi importante quanto il motore stesso. Infatti, buona parte delle prestazioni del servomeccanismo o della motorizzazione, dipendono dalla possibilità di controllo della coppia, della velocità, del senso di rotazio-

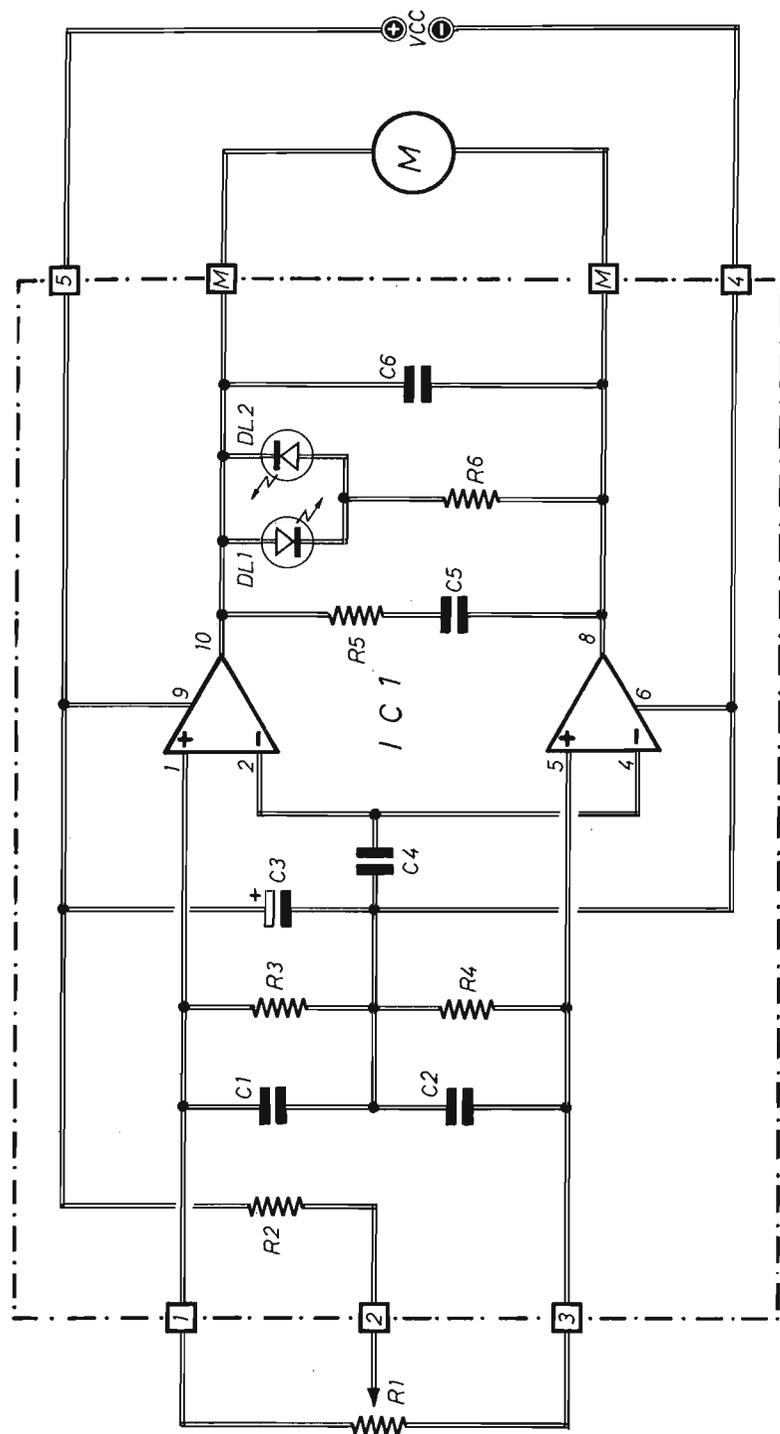



Fig. 1 - Progetto del dispositivo per servocomando descritto nel testo. Facendo ruotare il perno del potenziometro R1, il motore accelera, in un senso o nell'altro, fino a raggiungere la massima velocità. Con il cursore di R1 in posizione centrale, il motore si arresta.

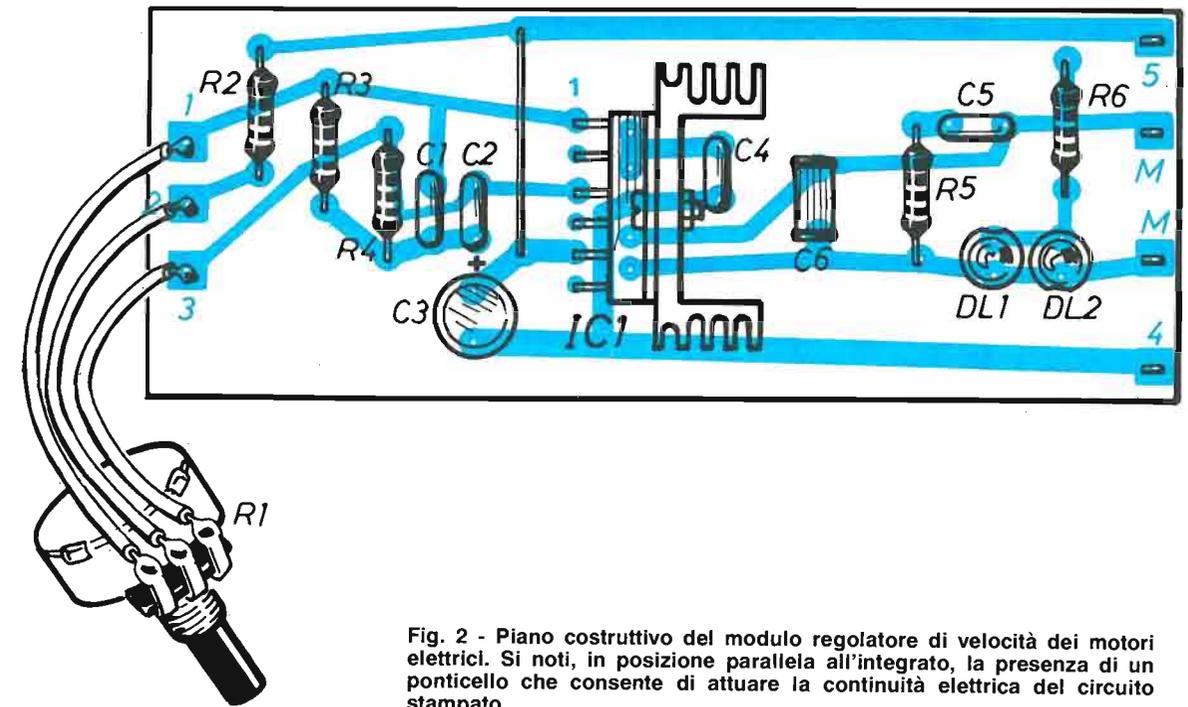



Fig. 2 - Piano costruttivo del modulo regolatore di velocità dei motori elettrici. Si noti, in posizione parallela all'integrato, la presenza di un ponticello che consente di attuare la continuità elettrica del circuito stampato.

COMPONENTI

Condensatori

C1 = 100.000 pF (ceramico)
C2 = 100.000 pF (ceramico)
C3 = 22 μF - 40 Vl (elettrolitico)
C4 = 100.000 pF (ceramico)
C5 = 100.000 pF (ceramico)
C6 = 150.000 pF (ceramico)

Resistenze

R1 = 1.000 ohm (potenz. lin.)
R2 = 15.000 ohm - 1/4 W
R3 = 5.600 ohm - 1/4 W - 1%
R4 = 5.600 ohm - 1/4 W - 1%
R5 = 2,2 ohm - 1/4 W
R6 = 1.000 ohm - 1/4 W

Varie

IC1 = TDA2004
DL1 = led rosso
DL2 = led verde
M = motore elettrico
VCC = 14 Vcc ÷ 15 Vcc

ne, del punto e del modo di arresto del motore. Per lo stesso motivo per cui a nulla servirebbe il motore della più potente autovettura di formula uno, se questo rimanesse acceso soltanto alla massima potenza, senza possibilità di regolazione della coppia, della velocità o della riduzione del numero di giri.
Ma ogni motore, ovviamente, richiede una

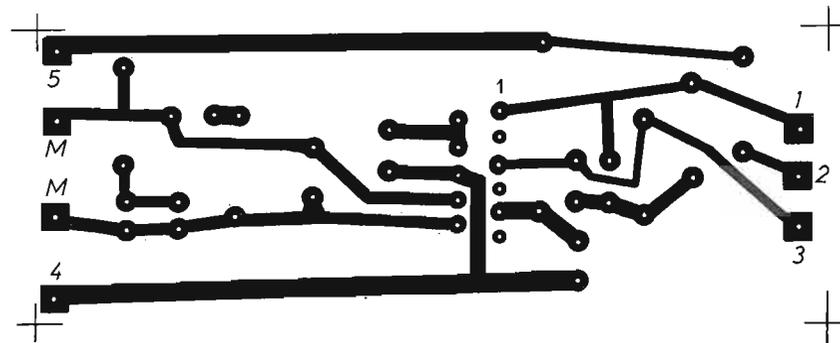



Fig. 3 - Disegno in grandezza reale del circuito stampato del modulo regolatore di velocità dei motori elettrici.

esclusiva strategia di controllo, con particolari caratteristiche tecniche di attuazione. Per esempio, in questa sede ci si occupa di uno di quei motori da cui si possono derivare elevate prestazioni, non solo in termini di potenza erogata in rapporto al peso, ma anche in misura di precisione, rapidità e facilità di controllo, che ne giustificano il largo impiego sia nei settori a

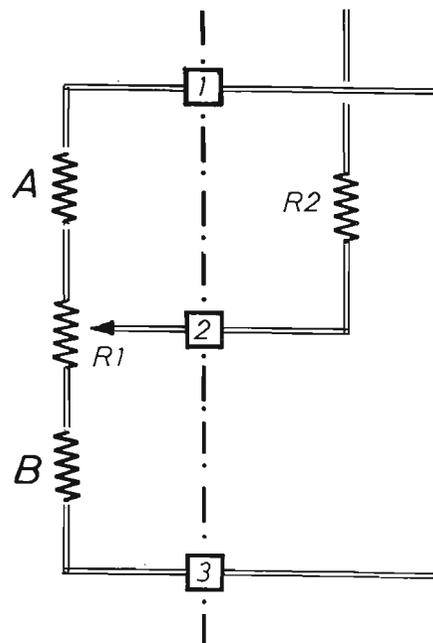



Fig. 4 - Volendo decelerare la marcia del motore, in uno dei due sensi di rotazione, la parte iniziale del progetto originale deve essere corretta in questo modo, inserendo la resistenza A o la B ed attribuendo a queste il valore di 220 ohm ÷ 1.500 ohm.

grandissima diffusione, sia in quelli di eccelse e sofisticate applicazioni. E questo è il motore a corrente continua a collettore. Di cui il modello più diffuso, nel settore delle piccole potenze, è certamente quello a magneti permanenti. Dove il campo magnetico dello statore è generato e conservato dalla presenza di magneti permanenti, solitamente di ferrite o, nei motori più costosi e di elevate prestazioni, anche in terre rare come il Samario-Cobalto. In tali modelli, quindi, il campo magnetico interagisce con la corrente che scorre attraverso il rotore e genera la coppia motrice che fa ruotare l'albero, rimanendo costante. A differenza di quanto avviene nei motori ad eccitazione in serie, nei quali il campo magnetico varia al variare della corrente, oppure in quelli ad eccitazione separata, in cui le variazioni si ottengono agendo sull'alimentazione dell'avvolgimento di campo statorico.
Ora, se si tiene conto che l'entità e la rapidità della variazione di flusso concatenato con l'avvolgimento rotorico sono le cause che determinano la tensione controelettromotrice e la coppia, è facile dedurre che, nei motori a magneti permamenti, la tensione controelettromotrice indotta nel motore, per una velocità costante, rimane stabile, essendo tali il flusso magnetico e la velocità con cui gli avvolgimenti lo "tagliano". La tensione controelettromotrice, poi, essendo un'entità reattiva, si oppone alla tensione applicata, fino al punto da far assumere al motore un regime tale da renderla uguale alla tensione di alimentazione, ovviamente diminuita della caduta causata dal rotore e dalle spazzole, che appare generalmente trascurabile nelle piccole potenze e nelle alte velocità di rotazione.
Concludendo, se la tensione di alimentazione rimane costante, la velocità tende a rimanere stabile, anche quando varia il carico e fino a che la caduta di tensione sul rotore, stabilita dalla formula:

$$V = R \times I$$

rimane trascurabile, valutando con V la caduta di tensione, con R la resistenza del rotore e con I la corrente assorbita.
Si ottiene in tal modo un mezzo semplicissimo per regolare la velocità del motore: quello di controllare la sua tensione di alimentazione, ricordando che, coll'aumentare della tensione, il motore ruota più velocemente. E se si invertono le polarità della tensione, o si scambiano i collegamenti sui morsetti del motore, questo inverte il senso di marcia, rimanendo costante il campo magnetico, ma risultando invertito quello di scorrimento della corrente rotorica. In tal caso, dunque, la coppia si inverte. Se poi la tensione sui terminali del motore viene ridotta a zero volt, il motore tende a rimanere fermo o a frenare ed arrestarsi, se prima era in rotazione. Ecco dunque trovato un modo per controllare con continuità e precisione un motore a collettore a magneti permanenti, con la possibilità di realizzare un lungo programma di pratiche applicazioni, alcune delle quali sono già state elencate in precedenza.

Fig. 5 - Piedinatura ed elementi guida nell'integrato TDA 2004 - L'aletta metallica si trova in contatto elettrico con il piedino 6.

ALIMENTAZIONE

Normalmente, per disporre di una tensione continua e variabile a piacere, ma perfettamente controllata, si ricorre all'impiego di un alimentatore da laboratorio. Ma questa può rivelarsi una soluzione costosa, quando un tale apparecchio è dotato di particolari caratteristiche,

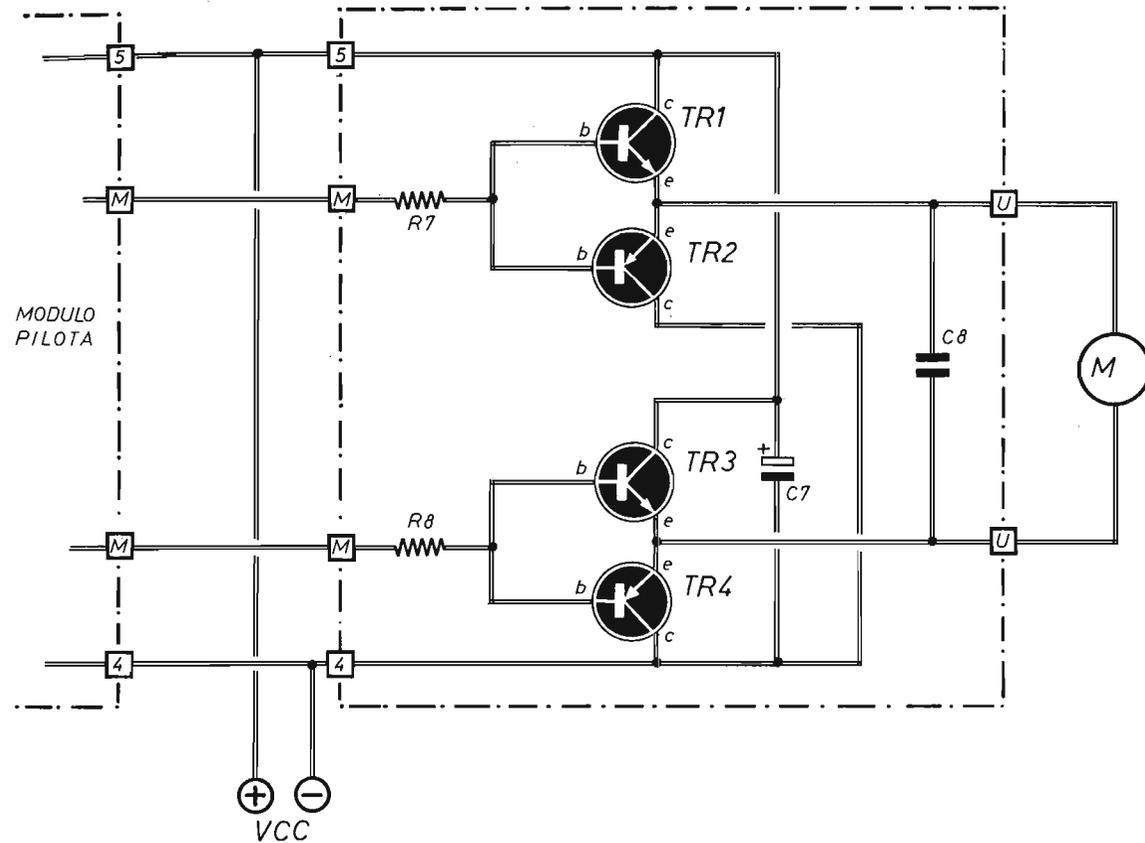



Fig. 6 - Circuito elettrico del modulo amplificatore, da accoppiare a quello regolatore di figura 1, nel caso di pilotaggio di motori elettrici con potenze comprese fra i 10 W e i 20 W.

COMPONENTI

Condensatori

C7 = 220 µF - 16 Vl (elettrolitico)
C8 = 220.000 pF (ceramico)

Resistenze

R7 = 100 ohm - 2 W
R8 = 100 ohm - 2 W

Varie

TR1 = TIP3055
TR2 = TIP2905
TR3 = TIP3055
TR4 = TIP2905
M = motore elettrico
VCC = 14 Vcc ÷ 15 Vcc

come ad esempio il basso rumore in uscita, che non può riguardare i motori elettrici. Oppure quando si debba realizzare l'inversione del senso di rotazione del motore tramite lo scambio delle polarità della tensione, per il quale si debbono impiegare complicati dispositivi di commutazione meccanica, difficilmente sincronizzabili con il passaggio per lo zero della tensione.

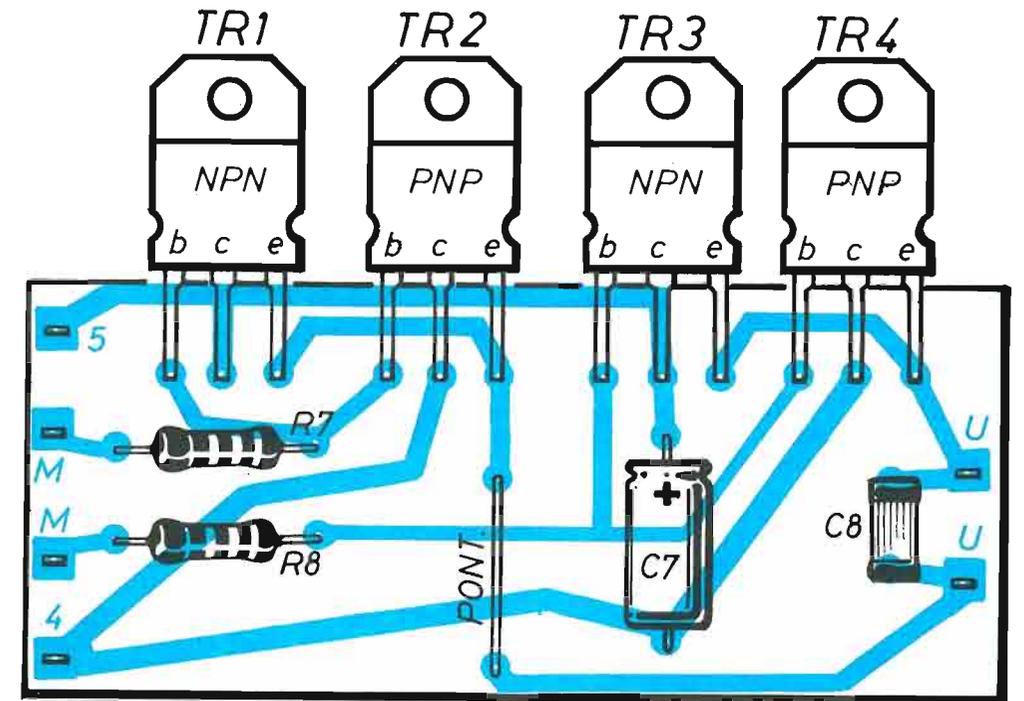



Fig. 7 - Piano costruttivo del modulo amplificatore di potenza. I quattro transistor debbono essere dotati di opportuno, grosso elemento radiatore.

Ecco perché ci è sembrato assai più pratico ed alquanto economico prendere le mosse da una tensione unica di alimentazione, anche non molto stabilizzata, o non stabilizzata affatto e superficialmente filtrata, derivata quindi da un comune alimentatore a trasformatore, ponte di diodi raddrizzatori e grosso condensatore elettrolitico, vantaggiosamente sostituibile con una batteria d'auto, sufficiente a pilotare motori fino ad alcuni watt di potenza resa, cioè molto piccoli.
Con una tale tensione, dunque, si è deciso di alimentare il semplice ed economico circuito elettronico di figura 1, da noi ampiamente sperimentato e collaudato e certamente in grado di pilotare, con dolcezza e precisione ma, soprattutto, in modo agevole, il motore elettrico a magneti permanenti.
È pur vero che si poteva scegliere un approccio di tipo a commutazione, ma questo sarebbe apparso assai difficile da mettere a punto, pur beneficiando di un aumento di rendimento. La commutazione, tuttavia, avrebbe sollevato notevoli problemi di formazione di campi disturbatori, incompatibili con gli ambienti domestici, dove funzionano le apparecchiature radioriceventi, i televisori, gli amplificatori hi-fi e i ricetrasmettitori.
Concludendo, nel ritenere poco importante l'efficienza, abbiamo privilegiato l'assenza di disturbi e la precisione, scegliendo un regolatore di tipo "serie", nel quale la tensione, non assorbita dal motore, venisse da questo assimilata.
Il progetto di figura 1, che va considerato come una sorta di potenziometro di potenza, controllato elettronicamente, potrà essere adibito al pilotaggio di un motorino a collettore per giradischi, alle soluzioni acustiche più impensate nelle discoteche ed a quelle già menzionate in precedenza.

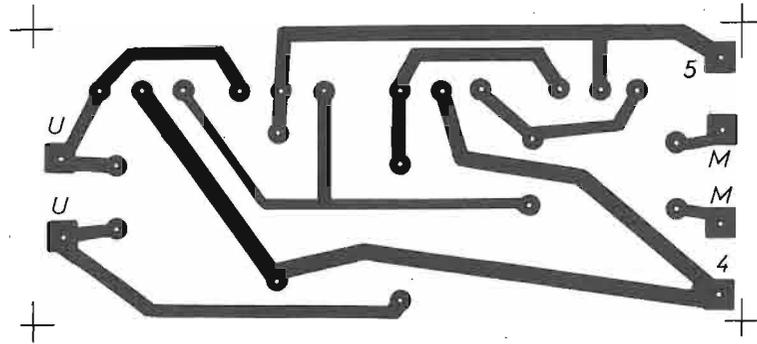



Fig. 8 - Disegno in grandezza reale del circuito stampato, da riportare su una basetta supporto, delle dimensioni di 9,4 cm x 4 cm, sul quale si costruisce il modulo elettronico dell'amplificatore di potenza.

PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

Quando il cursore del potenziometro R1 vien fatto ruotare tutto verso il terminale 1 del circuito elettrico pubblicato in figura 1, l'albero del motore M gira in senso destrorso, ovvero da sinistra verso destra. Quando invece si fa ruotare il perno di R1 verso la posizione centrale, la velocità di rotazione del motore diminuisce, con una relativa perdita di potenza, fino all'arresto totale. Poi, continuando a spostare il cursore di R1 verso il terminale 3 del circuito di figura 1, il movimento riprende fino a raggiungere la massima velocità, ma questa volta in senso sinostrorso, ossia da destra verso sinistra.
In ciò consiste il funzionamento del progetto di figura 1, nel quale l'alimentatore va applicato nel rispetto delle sue polarità, mentre il motore elettrico può essere comunque inserito sui morsetti M-M.
L'integrato IC1 è qui rappresentato dal modello TDA 2004, la cui configurazione reale è pubblicata in figura 5. In questa stessa figura è segnalata la piedinatura, con gli altri elementi di riferimento; in particolare, si tenga presente che il piedino 6 rimane elettricamente collegato con l'aletta metallica del componente, che si identifica, nel circuito di figura 1, con la linea di massa.
Dentro l'integrato IC1, appositamente concepito per l'amplificazione in bassa frequenza, sono contenuti due stadi amplificatori separati, ma uguali. Le cui uscite, ravvisabili nei piedini 8 - 10, variano nella differenza di potenziale, invertendo pure le polarità, durante una rotazione completa del perno del potenziometro R1. Ma per meglio comprendere questo concetto, supponiamo di inserire un voltmetro tra il morsetto negativo dell'alimentatore ed il terminale 10 di IC1. E supponiamo pure di collegare analogo strumento fra il morsetto negativo dell'alimentatore ed il piedino 8 di IC1. Ebbene, se il cursore di R1 è tutto spostato verso il terminale 1 del circuito, il primo voltmetro segnala un valore di 12 V, il secondo quello di 0,8 V. In tal caso il motore gira con moto destrorso.
Quando il cursore di R1 viene sistemato in posizione centrale, le due tensioni, misurate sui piedini 8 - 10 di IC1 sono uguali, pari a 7 V ed il motore rimane fermo. Se invece il cursore di R1 è tutto ruotato verso il terminale 3 del circuito, sul piedino 8 di IC1 si misurano 12 V, mentre sul piedino 10 dell'integrato si rilevano soltanto 0,8 V ed il verso di rotazione del motore è ora contrario a quello precedente. Ma è chiaro che, fra destro, stop e sinistro, le variazioni di velocità sono progressive.

I DIODI LED

Sull'uscita del circuito di figura 1 sono inseriti, in antiparallelo, due diodi led, uno di color rosso, l'altro di color verde, che con la loro accensione stabiliscono il verso di rotazione dell'albero motore. Questi elementi optoelettronici, invece, rimangono simultaneamente spenti quando il motore è fermo, ovvero quando il cursore del potenziometro R1 è sistemato in posizione centrale.
Non è qui possibile affermare quando all'accensione di uno dei due diodi corrisponde il verso di rotazione destrorso o quello sinistrorso, perché ciò dipende dal modo di collegamento delle due polarità del motore elettrico per corrente continua. In sede di collaudo dell'apparecchio, tuttavia, ciò può essere stabilito con la massima precisione, senza equivoco alcuno. Perché dopo la semplice osservazione del movimento dell'albero si potranno apporre, in corrispondenza dei due diodi led, le lettere D (destrorso) ed S (sinistrorso).
In ogni caso, spetterà al lettore, a seconda delle pratiche esigenze applicative, stabilire l'ordine di collegamento delle polarità del motore elettrico.

VARIANTE CIRCUITALE

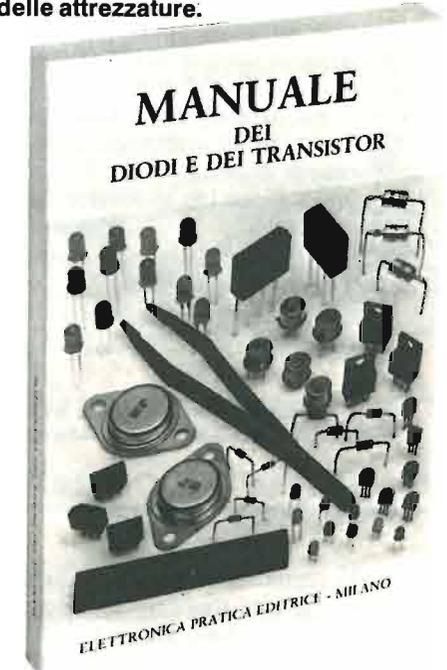
Una semplice variante circuitale può rendersi necessaria nel progetto di figura 1, quando questo viene utilizzato nel settore ferromodellistico. Dove occorre che il trenino raggiunga una buona velocità di marcia soltanto in fase di avanzamento, ma non quando manovra in retromarcia. Quindi, per risolvere questo problema si deve collegare, in serie con il potenziometro R1, una resistenza fissa di valore compreso fra i 220 ohm e i 1.500 ohm, ovviamente di piccola potenza, cioè da 0,5 W circa. Come segnalato nello schema correttivo di figura 4, in cui la resistenza può essere la A o la B, a seconda del verso di rotazione del motore elettrico del trenino.
Con tale accorgimento, il motore eroga tutta la sua potenza quando gira in senso destrorso, mentre offre soltanto una parte di questa quando ruota in verso sinistrorso, o viceversa. Perché come si vede nello schema elettrico di figura 1, il simbolo del motore elettrico M non appare contrassegnato con le solite indicazioni + e — (positivo e negativo).

MONTAGGIO DEL REGOLATORE

Il montaggio del progetto di figura 1 va realiz-

MANUALE DEI DIODI E DEI TRANSISTOR

L. 19.000

Un prestigioso volumetto di 160 pagine, con 85 illustrazioni e 75 tabelle con le caratteristiche di circa 1.200 transistor e 140 diodi.
L'opera vuol essere una facile guida, di rapida consultazione, nel laboratorio hobbystico, dove rappresenta un elemento integrante del corredo abituale delle attrezzature.

Tra i principali argomenti trattati, ricordiamo:

Diodi al germanio e al silicio - Semiconduttori P ed N - Verifiche pratiche - Diodi varicap - Diodi zener - Transistor - Aspetti strutturali - Amplificazione a transistor - Configurazioni - Piedinature - Sigle - Riferimenti guida.

Il "Manuale dei diodi e dei transistor" deve essere richiesto esclusivamente a: ELETTRONICA PRATICA - 20125 MILANO - Via Zuretti, 52, inviando anticipatamente l'importo di L. 19.000 a mezzo vaglia postale, conto corrente postale n. 916205, assegno circolare o bancario.

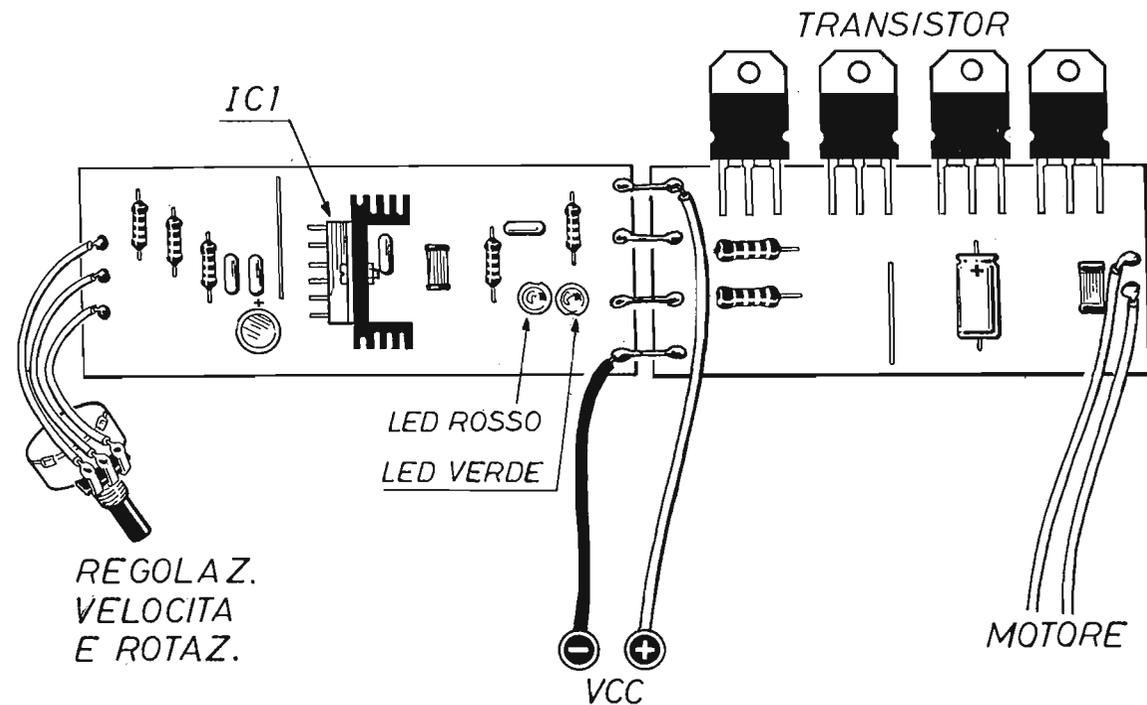



Fig. 9 - Accoppiamento elettrico fra i due moduli elettronici per la regolazione ed il controllo della velocità e del verso di rotazione dei motori.

zato nel modo segnalato in figura 2, dopo aver approntato una basetta supporto, di bachelite o vetronite, di forma rettangolare, delle dimensioni di 10,5 cm x 4 cm recante, in una delle due facce, il circuito stampato, il cui disegno in grandezza reale è pubblicato in figura 3.
Le due resistenze R3 - R4 debbono avere una tolleranza dell'1%, perché in caso contrario le tensioni in uscita possono apparire leggermente diverse, ad esempio di 12 V e 11 V.
Si tenga presente che, per il completamento del circuito, è necessario applicare un ponticello fra la pista di rame che raggiunge il terminale positivo del condensatore elettrolitico C3 e la linea della tensione di alimentazione positiva. Tale ponticello è rappresentato da uno spezzone di filo conduttore rigido, peraltro ben visibile, in posizione parallela all'integrato IC1, nel disegno del piano costruttivo di figura 2.
Come è stato detto in precedenza, quando la potenza elettrica dell'alimentatore non viene assorbita interamente dal motore, questa deve essere dissipata dal circuito regolatore. Ecco perché l'integrato IC1 necessita di un robusto radiatore del calore in eccesso.

UN SECONDO MODULO

Mentre il primo modulo elettronico, più precisamente quello pubblicato in figura 2, può pilotare motori elettrici in continua di piccola potenza, fino a 0,5 W, per far funzionare motori di potenza superiore, pari a 10 W ÷ 20 W, si deve realizzare un secondo modulo elettronico di potenza, amplificatore, come quello riportato in figura 6, la cui semplicità circuitale non richiede particolari commenti.
Il montaggio del circuito di figura 6 si effettua nel modo segnalato in figura 7, nella quale è riportato il piano costruttivo del modulo di potenza. E per il quale occorre approntare una

basetta supporto di materiale isolante, rettangolare, delle dimensioni di 9,4 cm x 4 cm recante, in una delle due facce, il circuito stampato, il cui disegno in grandezza reale è pubblicato in figura 8.
Anche per questo secondo circuito stampato, la continuità elettrica deve essere completata con l'inserimento di un ponticello fra l'elettrodo di emittore del transistor TR2 ed il terminale d'uscita U più basso nel disegno di figura 7.
I quattro transistor TR1 - TR2 - TR3 - TR4, anche se ciò non appare segnalato nello schema pratico di figura 7, debbono essere raffreddati tramite apposito e grosso radiatore, come si può notare nella foto di apertura del presente articolo, che illustra il prototipo, completo di modulo amplificatore, realizzato nei nostri laboratori.
Nel montare un unico radiatore, si tenga presente che gli elettrodi di collettore dei quattro transistor sono in contatto elettrico con le alette metalliche di raffreddamento dei componenti. Pertanto, mentre i collettori di TR2 e TR4 possono fare contatto con la piastra del radiatore, così non deve accadere per i collettori di TR1 e TR3, fra le cui alette di raffreddamento e la piastra del radiatore si deve interporre un foglietto di mica isolante e del grasso al silicone, che favorisce la trasmissione dell'energia termica.
A conclusione dell'argomento fin qui trattato, ricordiamo che, facendo funzionare il servocomando in ambienti elettricamente rumorosi, può rendersi necessario collegare, fra i piedini 6 e 9 dell'integrato IC1, un condensatore da 100.000 pF. Inoltre, è da tener presente che le frenate brusche del motore, soprattutto quando questo rimane collegato ad un carico inerziale, pososno danneggiare l'integrato IC1, così come possono divenire causa di inconvenienti le repentine inversioni del senso di marcia dell'albero del motore.

IL FASCICOLO ARRETRATO ESTATE 1986

È un numero speciale di teoria e applicazioni varie, appositamente concepito per i principianti che vogliono apprendere, in casa propria, quegli elementi che consentono di costruire, collaudare e riparare molti apparati elettronici.

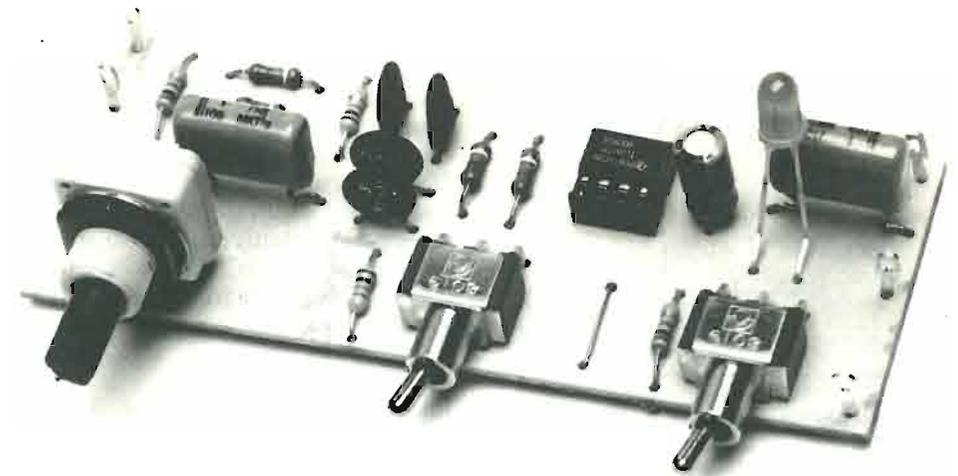
Il contenuto e la materia trattata fanno di questo fascicolo un vero

MANUALE-GUIDA

al prezzo di L. 5.000

Chi non ne fosse ancora in possesso, può richiederlo a: ELETTRONICA PRATICA – 20125 MILANO – Via Zuretti, 52, inviando anticipatamente l'importo di L. 5.000 a mezzo vaglia postale, conto corrente postale n. 916205 o assegno bancario.

DISTORSIOMETRO

Il controllo della distorsione armonica va effettuato, periodicamente, lungo le catene audio, soprattutto dopo interventi di riparazione, taratura e messa a punto delle apparecchiature.

Valutate la distorsione armonica dei vostri apparati.

Analizzate microfoni, pick-up, altoparlanti ed altri dispositivi elaboratori di segnali.

Controllate l'andamento dei fenomeni nei circuiti amplificatori.

Sono molti i settori dell'elettronica applicata in cui si pretende che il trattamento di un segnale avvenga senza che questo subisca alterazioni sensibili. Per esempio quello delle catene audio, dove i trasduttori acustici, microfoni, pick-up, altoparlanti o gli stessi circuiti di amplificazione di bassa frequenza, possono interferire negativamente sulla fedeltà dei suoni che, riprodotti altrove, perdono alcune delle caratteristiche originali, talvolta assumendone altre di natura assai diversa. Tuttavia, se l'esigenza non può ancora essere totalmente soddisfatta, si constata che, allo stato attuale della tecnica, i risultati raggiunti sono già discreti e, negli apparati di miglior qualità, addirittura piacevoli. Lo afferma il giudizio di tanti esperti, degli utenti di buon gusto e, soprattutto, il verdetto emesso da appositi strumenti, certamente in grado di individuare, con sufficiente precisione, quelle modificazioni indesiderate, che alterano la purezza di un segnale durante un processo di trattamento elettronico.
Uno degli inconvenienti più sgradevoli ed intollerabili, che un segnale elettrico può palesare dopo aver subìto una certa elaborazione, è certamente quello della distorsione o, meglio, della distorsione armonica, che prende origine ogni volta che manca una relazione lineare, fra le grandezze elettriche iniziali e finali, in un blocco operativo.

CHE COS'È LA DISTORSIONE

Ogni segnale periodico può essere completamente descritto per mezzo di alcuni parametri, fra i quali i due più importanti sono la frequenza e la forma. Il primo, come si sa, indica quan-

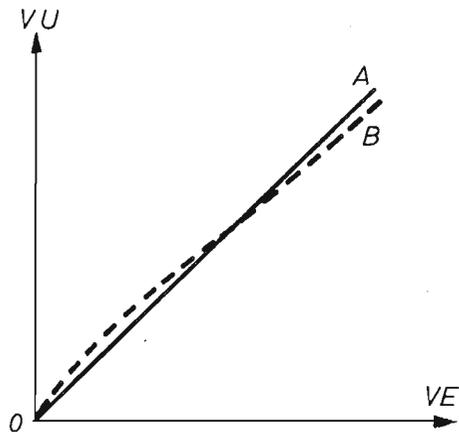



Fig. 1 - La caratteristica lineare di un segnale indistorto, rappresentata dalla linea retta A, si trasforma in quella sinusoidale della curva tratteggiata B quando il segnale si arricchisce di frequenze armoniche.

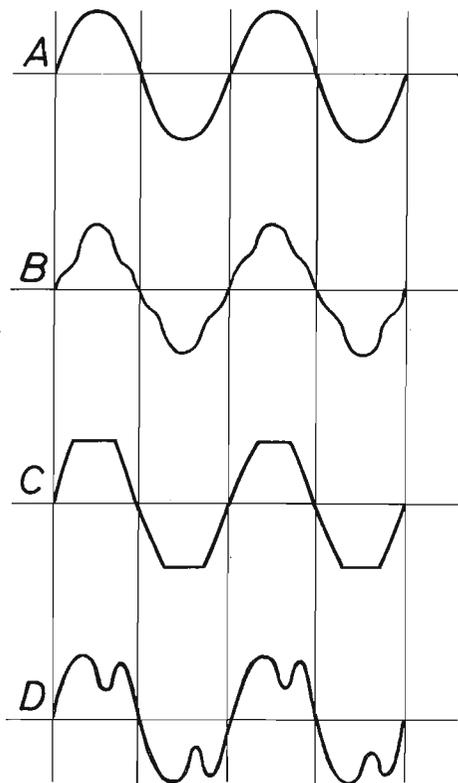



Fig. 2 - Le forme distorte dei segnali elettrici possono essere molteplici. Quello sinusoidale, riportato in A, può trasformarsi negli altri tre segnalati in B - C - D.

te volte in un minuto secondo si ripete l'andamento del segnale, che viene appunto definito "periodico" e al quale è legata l'acutezza o meno della nota. Per esempio, pur assomigliandosi nella forma, le note di uno stesso strumento hanno un valore di frequenza diverso, in modo che un "do" appaia più grave di un "mi", un "fa" più acuto di un "re", e così via. Ma la frequenza non è sufficiente per contraddistinguere un segnale. Infatti, un "do" di trombone è ben diverso da un "do" di chitarra, pur avendo le due note la stessa frequenza. Dunque, le note sono identiche, ma vengono generate con due sistemi fisici differenti, così da mostrare un timbro dissimile.

Immaginando di visualizzare il fenomeno ora descritto sullo schermo di un oscilloscopio, ci si accorgerebbe che le due note, pur possedendo un identico periodo, differiscono notevolmente nella forma. Tale fenomeno è da attribuirsi al diverso contenuto armonico dei due segnali che, sovrapponendosi all'onda sinusoidale principale, alterano il contorno e, conseguentemente, il timbro.

Le armoniche sono sinusoidali, con frequenza multipla di quella dell'onda fondamentale. Dunque, potendo mescolare le armoniche a piacere, si intuisce facilmente come sia possibile generare in pratica un'infinità di suoni, che assomigliano a quelli degli strumento più classici. Con questo sistema, inoltre, vi è anche la possibilità di creare nuovi suoni, che stanno poi alla base della moderna musica elettronica.

Concludendo, la distorsione rappresenta la percentuale delle armoniche aggiunte al segnale sinusoidale ed indica il cambiamento di forma dell'onda stessa.

Facendo riferimento ad un apparato di elaborazione del segnale elettrico, si dice che, per mantenere una relazione lineare tra segnale entrante ed uscente, quando si raddoppia l'intensità in ingresso, questa deve raddoppiare pure per il segnale in uscita. E ciò deve accadere per tutti gli elementi che concorrono alla composizione di un sistema di elaborazione di segnali. Perché se ciò non si verifica, come segnala il diagramma di figura 1, il segnale in ingresso appare distorto in uscita, dato che la caratteristica lineare A si trasforma in quella sinusoidale B (tratteggiata).

I diagrammi riportati in figura 2 mostrano come le forme distorsive possano essere molte. Ad esempio, il segnale sinusoidale riportato in A di figura 2, a seconda del tipo di non linearità, può

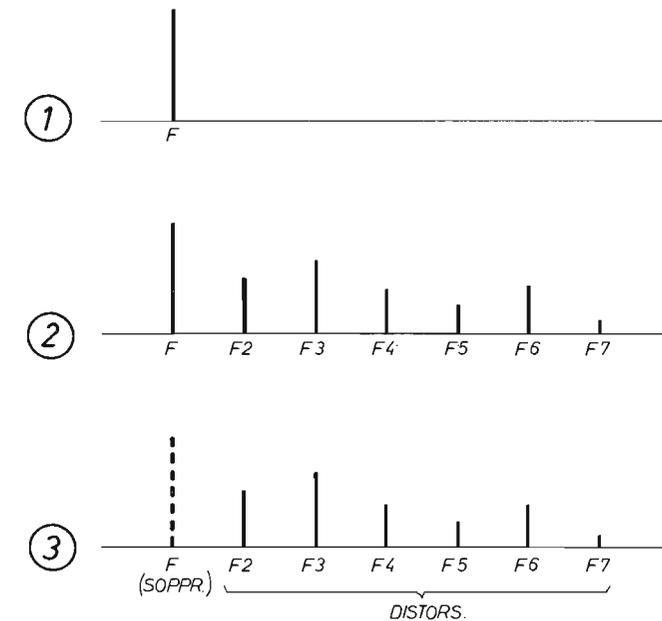



Fig. 3 - La frequenza fondamentale F, diagrammata in 1, appare suddivisa, nel suo aspetto spettrale, formato dalle frequenze armoniche, nel diagramma 2. Il filtro notch, descritto nel testo, sopprime la frequenza fondamentale e concede libero transito a tutti gli altri segnali rappresentativi della distorsione, come segnalato nel diagramma 3.

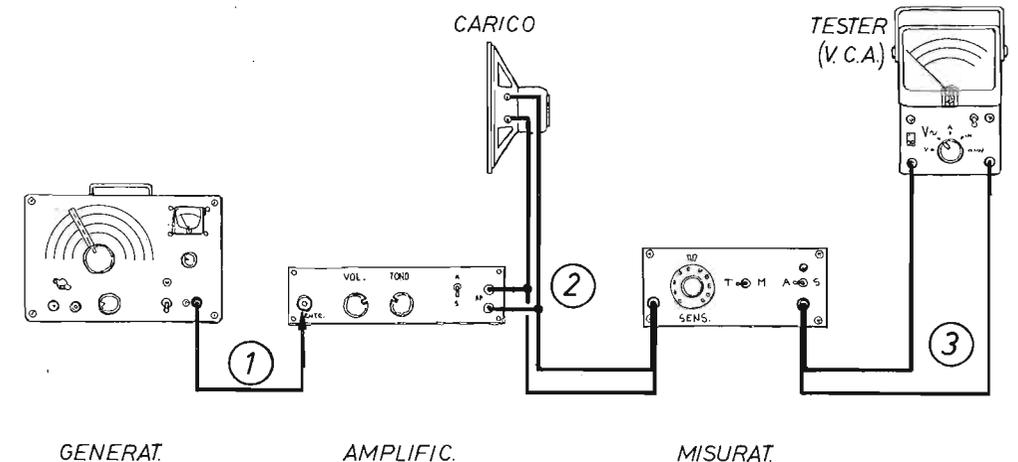



Fig. 4 - Schema applicativo a blocchi del sistema di misura del tasso di distorsione presente all'uscita di un amplificatore. La numerazione, qui riportata, trova precisa corrispondenza con le interpretazioni grafiche pubblicate in figura 3. All'entrata dell'amplificatore è presente il segnale sinusoidale puro; sull'altoparlante si rileva quello composito, in uscita si misura soltanto l'insieme di frequenze rappresentative della distorsione.

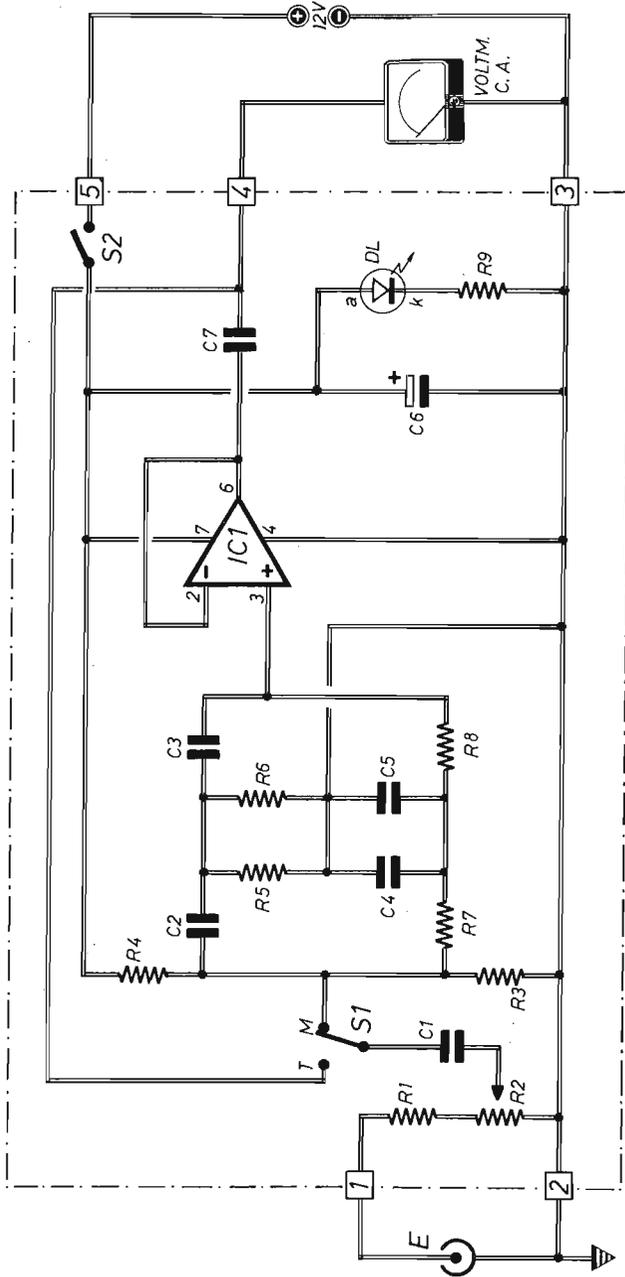



Fig. 5 - Circuito teorico del dispositivo di misura della distorsione. Con S2 si alimenta l'apparecchio con S1 si misura la tensione del segnale di taratura T proveniente dal generatore campione e quello di misura M presente sull'altoparlante dell'amplificatore. Con R2 si adegua la portata del voltmetro all'entità dei segnali applicati all'entrata.

COMPONENTI

Condensatori

C1 = 1 µF (non polarizz.)
C2 = 49.000 pF (ceramico)
C3 = 49.000 pF (ceramico)
C4 = 49.000 pF (ceramico)
C5 = 49.000 pF (ceramico)
C6 = 47 µF - 25 Vl (elettrolitico)
C7 = 1 µF (non polarizz.)

Resistenze

R1 = 1.000 ohm - 1/4 W
R2 = 1.000 ohm (potenz. lin.)
R3 = 10.000 ohm - 1/4 W
R4 = 10.000 ohm - 1/4 W
R5 = 6.940 ohm - 1/4 W - 1 %
R6 = 6.940 ohm - 1/4 W - 1 %
R7 = 6.940 ohm - 1/4 W - 1 %
R8 = 6.940 ohm - 1/4 W - 1 %
R9 = 1.000 ohm - 1/4 W

Varie

IC1 = TL061
DL = diodo led
S1 = comm. (1 via - 2 posiz.)
S2 = interrutt.
ALIM. = 12 Vcc (stabilizz.)

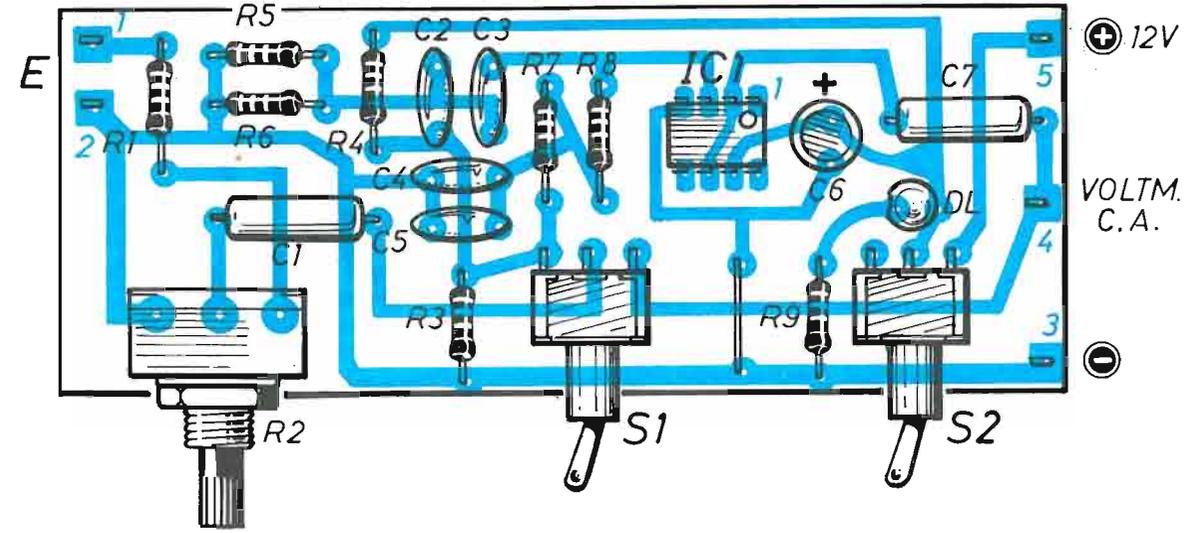



Fig. 6 - Piano costruttivo del dispositivo descritto in queste pagine e necessario per valutare il tasso di distorsione presente nei segnali elettrici sottoposti ad elaborazione.

trasformarsi nei segnali indicati in B - C - D della stessa figura.
Analizzato sotto l'aspetto matematico, il fenomeno può essere inteso come se al segnale di ingresso, che contiene la sola frequenza fondamentale F (vedi figura 3), venissero aggiunte delle frequenze armoniche. Ciò è segnalato nel diagramma 2 di figura 3, che riporta la composizione spettrale del segnale: tutto quanto non è a frequenza fondamentale viene chiamato "distorsione", come presentato nel diagramma 3 di figura 3.
Di solito, in una catena audio, gli elementi che introducono i maggiori fenomeni di distorsione sono i microfoni e gli altoparlanti; gli altri, soprattutto quelli di tipo digitale, non sono ritenuti sorgenti di grosse distorsioni. Dunque, è sui primi che bisogna sempre intervenire per i necessari controlli e le conseguenti valutazioni; ma può succedere pure che la causa del fenomeno sia da ricercarsi nei circuiti dell'amplificatore, in modo particolare dopo un guasto o una cattiva messa a punto di questo. Che può gradualmente adattare l'orecchio all'innaturalezza dei suoni e per cui s'impone un periodico controllo dell'apparecchio tramite uno strumento imparziale, che consenta di evidenziare sul nascere fenomeni tanto spiacevoli. Ma il controllo di segnali, che possono rimanere affetti da distorsione, debbono essere effettuati anche su molti altri tipi di apparecchiature e non soltanto sugli amplificatori audio. Per esempio sugli oscillatori sinusoidali, nei modulatori e nei demodulatori, dove è necessario valutare il miglior compromesso tra semplicità, efficienza e linearità.

MISURA DELLA DISTORSIONE

Per misurare la distorsione occorre uno strumento che elimini il segnale da elaborare da quello elaborato, ovvero il segnale d'entrata da quello d'uscita di un determinato apparato. Inoltre, un tale strumento deve poter valutare quanto rimane, cioè la somma delle intensità dei segnali rimanenti riferita, in percentuale, al segnale con frequenza fondamentale. In pratica, lo strumento deve misurare tutto quanto non è a frequenza fondamentale, quando in in-

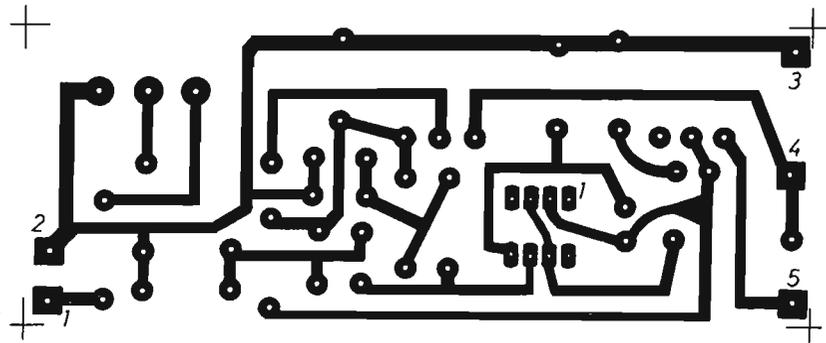



Fig. 7 - Disegno in grandezza reale del circuito stampato da riportare in una delle due facce di una basetta supporto delle dimensioni di 10,4 cm x 4 cm.

gresso sia presente un segnale puramente sinusoidale. La formula è la seguente:

$$D\,\% = \frac{\text{V armoniche}}{\text{V segnale}} \times 100$$

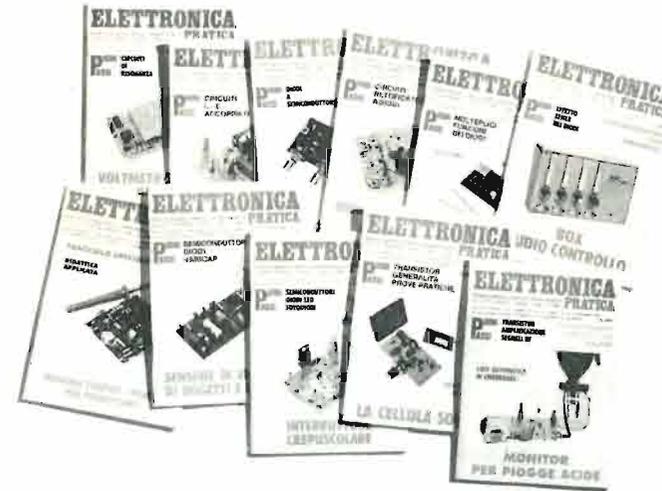
in cui D misura percentuale di distorsione, V armoniche la tensione in uscita e V segnale quella d'entrata.
In ogni caso, prima di iniziare ogni operazione mirata alla determinazione della percentuale di distorsione, è consigliabile misurare il segnale in ingresso e valutare la distorsione in esso contenuta. Soltanto dopo sarà conveniente effettuare la misura in uscita, tenendo conto della percentuale di distorsione introdotta dal sistema di misura.
Dunque, in pratica occorre determinare il rapporto fra due tensioni, quella delle armoniche e quella del segnale. È quindi indispensabile sottrarre al segnale originale l'onda sinusoidale con frequenza fondamentale, isolando le frequenze spurie. Ma per raggiungere questo scopo occorrono due strumenti:

1 - Un generatore sinusoidale
2 - Un distorsiometro

Il generatore sinusoidale, di bassa frequenza, deve erogare un segnale a 500 Hz, regolabile almeno fra — 50 Hz e + 50 Hz. Questo intervallo si rende necessario in sede di messa a punto e taratura del distorsiometro.
Non è stato presentato in questa sede il progetto del generatore di bassa frequenza, perché un tale strumento è ormai molto diffuso anche fra i dilettanti. Del resto, coloro che ne fossero sprovvisti, potranno facilmente realizzarlo ricorrendo ad uno dei tanti progetti pubblicati in passato su questo stesso periodico.
Il generatore di bassa frequenza viene impiegato, in accoppiamento con il distorsiometro, nel modo indicato nello schema applicativo a blocchi di figura 4.
Volendo analizzare un amplificatore di bassa frequenza, il generatore di segnali si applica all'entrata dell'apparecchio, mentre all'uscita rimane inserito il normale carico, cioè l'altoparlante e l'ingresso del distorsiometro che, in figura 4, è segnalato con la dicitura MISURAT. Quest'ultimo può essere dotato di voltmetro per tensioni alternate, sulla scala del quale si effettuano le letture. Tuttavia, nel nostro sistema di misure, allo scopo di semplificare il circuito del distorsiometro e per economizzare sulla spesa della realizzazione, si è consigliato l'impiego del tester commutato nella funzione di voltmetro per tensioni alternate.
Termina qui la descrizione del sistema di misura del tasso di distorsione suggerita in queste pagine e che lo schema d'insieme di figura 4 illustra molto chiaramente, mentre inizia ora l'esame del distorsiometro vero e proprio, principalmente rappresentato da un filtro notch e pubblicato in figura 5.

IL FILTRO NOTCH

Letteralmente notch significa "incisione", "intaglio", "dentellatura", mentre con l'espressione "filtro notch" si designa un particolare circuito, in grado di ridurre un preciso settore di frequenze che compongono un segnale elettrico. E poiché la banda di frequenze è normalmente molto stretta, questo tipo di filtro bene si adatta alla eliminazione di segnali spuri a frequenza fissa. Si pensi, ad esempio, ad una ricezione radiantistica, disturbata da un fischio intenso e continuo, imputabile al battimento tra due emittenti. E si pensi ai benefici apportati, in tal caso, dall'impiego di un filtro notch, che consente di eliminare, pressoché totalmente, il disturbo, consentendo una chiara ricezione del segnale audio.
Ma il campo di applicazioni del filtro notch è molto vasto e non soltanto limitato al settore amatoriale. Perché la sua funzione diviene utile e necessaria ogni volta che, da un segnale complesso, si desidera escludere un ben preciso valore di frequenza.
E veniamo alla rete del filtro notch vero e proprio che, nello schema di figura 5, è stato realizzato con quattro resistori a tolleranza dell'1% (R5 - R6 - R7 - R8), ciascuno dei quali misura una resistenza di 6940 ohm. Ebbene, con questi quattro elementi e con quattro condensatori del valore capacitivo di 49.000 pF (C2 - C3 - C4 - C5), la frequenza di risonanza del filtro notch è di 500 Hz circa, mentre l'attenuazione, come rilevabile nel diagramma di figura 8, raggiunge i 60 dB, che si riducono a 30 ÷ 40 dB se si utilizzano componenti di minor precisione. Pertanto, quando si collega all'entrata del circuito del distorsiometro di figura 5 un generatore di segnale, ovviamente a bassa distorsione, regolato sul valore di 500 Hz, il voltmetro presente in uscita,

RICHIEDETECI L'ANNATA COMPLETA 1989

Coloro che, soltanto recentemente, hanno conosciuto ed apprezzato la validità didattica di Elettronica Pratica, immaginandone la vastità di programmi tecnico-editoriali svolti in passato, potranno ora aggiungere, alla loro iniziale collezione di riviste, questa annata proposta in offerta speciale a tutti i nuovi lettori.

Richiedeteci oggi stesso l'annata illustrata inviando l'importo anticipato di L. 18.500 a mezzo vaglia postale, assegno bancario o conto corrente postale n° 916205 ed indirizzando a: Elettronica Pratica - 20125 Milano - Via Zuretti, 52.

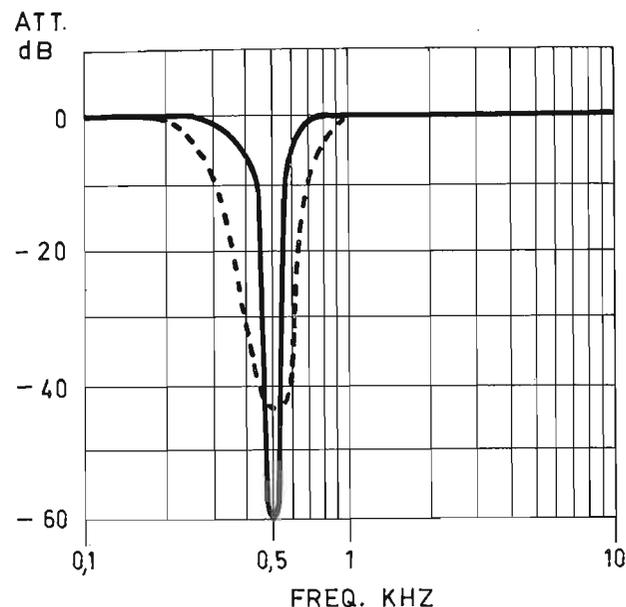



Fig. 8 - La frequenza di risonanza del filtro notch è di 500 Hz circa, se i componenti elettronici assumono i valori prescritti nell'apposito elenco. L'attenuazione raggiunge i 60 decibel.

ma sostituibile con un tester, deve segnalare un valore di tensione prossimo allo zero o, tutt'al più, compreso fra pochi millivolt e 1 Vpp.
Concludendo, dopo aver alimentato con S2 il circuito di figura 5 e dopo aver posizionato S1 in M, l'indice del voltmetro deve rimanere quasi fermo quando in entrata E viene introdotto un segnale perfettamente sinusoidale a 500 Hz, perché questo non può attraversare il filtro notch, mentre trovano via libera tutti gli altri segnali. Il filtro, dunque, sopprime un'unica frequenza, la fondamentale del segnale applicato in ingresso.
Il potenziometro R2, del valore resistivo di 1.000 ohm e di tipo a variazione lineare, serve per regolare la sensibilità del circuito. La sua taratura va eseguita in modo da adattare l'entità dei segnali in gioco con la scala del voltmetro.
Il commutatore ad una via e due posizioni S1, come diremo più avanti, viene usato per valutare due valori di tensione, quello rilevabile sulla resistenza di carico dell'apparecchio posto in esame, che normalmente si identifica con l'altoparlante e quello presente all'uscita del filtro notch. La prima misura si realizza con S1 commutato su T, la seconda con S1 su M.
Per l'integrato IC1 si è utilizzato il modello TL061, che è dotato di una elevatissima impedenza d'ingresso, mentre rimane caratterizzato da un guadagno unitario. Si tratta inoltre di un componente a basso rumore e minima distorsione.

ESEMPIO DI MISURA

In pratica, quando si vuole conoscere il tasso di distorsione in percentuale, introdotto da un apparato durante l'elaborazione di un segnale elettrico, si debbono misurare due tensioni, quella presente sui terminali della resistenza di carico, generalmente rappresentata dall'altoparlante, che può essere segnalato con la sigla V1 e quella valutata a valle del filtro notch, che va indicata con V2. Poi si applica la formula già menzionata:

D % = 100 x (V2 : V1)

Entrambe le misure di tensione si effettuano intervenendo sul commutatore S1 del distorsiometro, mentre le letture dei due valori vanno rilevate sulla scala del medesimo voltmetro. La prima lettura si ottiene con S1 commutato su T, la seconda con S1 su M.

V1 = S1 su T
V2 = S1 su M

Facciamo un esempio: supponiamo di aver rilevato i seguenti due valori di tensioni:

V1 = 10 V
V2 = 50 mV

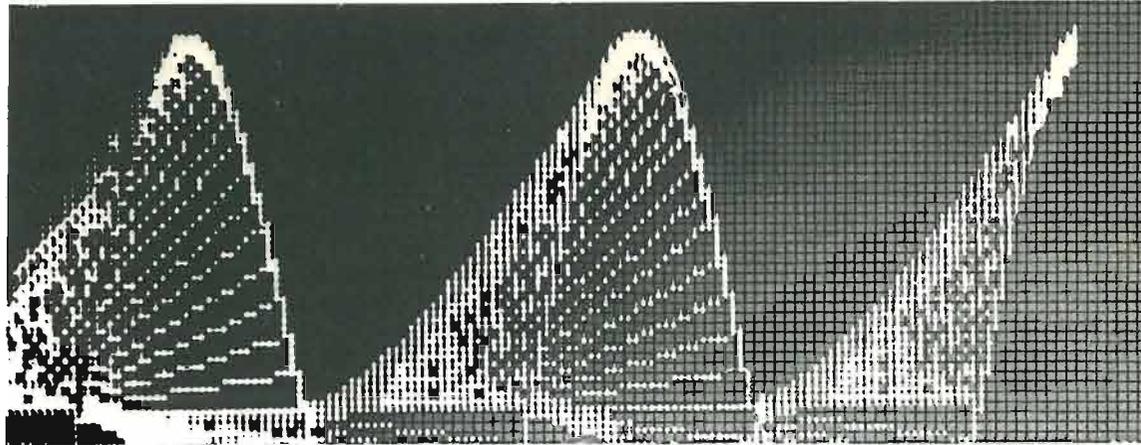
Applicando la formula menzionata si ottiene: D % = 0,5%. E questo è il tasso di distorsione globale introdotto da quell'apparato esaminato che ha fatto rilevare i due valori di tensione supposti nell'esempio citato.

MONTAGGIO

Il montaggio del circuito del distorsiometro si esegue nel modo segnalato in figura 6, utilizzando una piastrina supporto di materiale isolante, bachelite o vetronite, di forma rettangolare, delle dimensioni di 10,4 cm x 4 cm recante, in una delle due facce, il circuito stampato, il cui disegno in grandezza reale è pubblicato in figura 7.
Una volta realizzato il modulo elettronico di figura 7, questo verrà inserito in un contenitore metallico, al quale si può conferire l'aspetto esteriore dell'apparato chiamato MISURAT. ed inserito nello schema applicativo di figura 4.
Il diodo led DL, va posizionato sopra l'interruttore acceso-spento S2, in modo da avvertire l'operatore in quali condizioni elettriche si trova il distorsiometro.
Abbiamo già detto che la precisione di analisi del circuito dipende essenzialmente da quella delle quattro resistenze R5 - R6 - R7 - R8, la cui tolleranza non deve superare l'1%. Tuttavia, accontentandosi di una resa inferiore del notch, i valori di 6940 ohm, difficilmente reperibili in commercio, ma sicuramente trovabili presso la ditta B.C.A. Elettronica di Imola (BO), possono essere sostituiti con quelli standard di 6.800 ohm al 5%. Si tenga conto comunque che, variando i valori attribuibili alle quattro resistenze menzionate e ai quattro condensatori C2 - C3 - C4 - C5, purché sempre uguali fra loro, varia soltanto la frequenza di risonanza.
Per individuare i quattro condensatori con lo stesso valore capacitivo, si possono selezionare, tramite un capacimetro digitale, una ventina almeno di componenti della stessa capacità nominale, per scegliere poi, fra tutti questi, quelli che più si avvicinano ai 49.000 pF. Nel nostro prototipo abbiamo montato, per C2 e C3, due condensatori da 49.000 pF esatti, mentre per C4 e C5 abbiamo individuato due grandezze capacitive diverse: 48.100 pF e 49.800 pF che, sommate, danno 97.900 pF, anziché 98.000 pF.
Il motivo per cui C4 e C5 sono montati in parallelo si spiega subito ricordando che diventa assai più facile avvicinarsi ai 98.000 pF con questo collegamento che non utilizzando un solo componente.

Ricordate il nostro indirizzo!

EDITRICE ELETTRONICA PRATICA

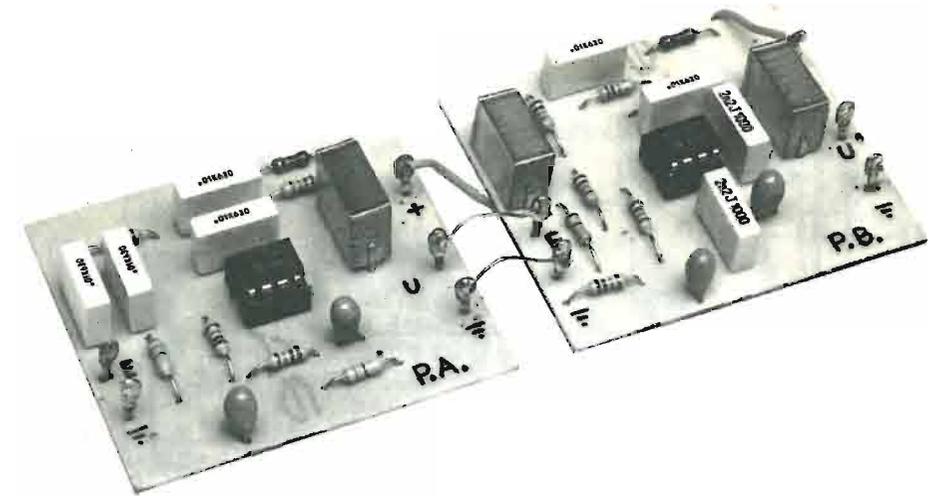
Via Zuretti 52 - 20125 Milano

FILTRI BF

Si sente spesso parlare di filtri passa alto, passa basso, passa banda o notch, ma non tutti i nostri lettori sanno di che cosa si tratta. Per tale motivo, quindi, abbiamo ritenuto necessario riservare, questo mese, alcune pagine del periodico, ad un argomento tanto importante, sia sotto l'aspetto teorico che quello pratico. Cominciamo dunque col dire che i filtri rappresentano quei circuiti che sono in grado di controllare, sottoponendoli a particolare trattamento, i segnali che appartengono ad una certa banda di frequenza.

Attraverso la presentazione di tre filtri di bassa frequenza, a guadagno unitario e facilmente realizzabili si vuole invitare il lettore all'approfondimento di un tema assai importante nel settore della bassa frequenza.

Sostanzialmente, i filtri possono essere di quattro tipi principali:

1° - Passa alto
2° - Passa basso
3° - Passa banda
4° - Notch

Al primo tipo appartengono quei dispositivi che si lasciano attraversare soltanto da segnali appartenenti ad una gamma di frequenze di valore superiore a quello stabilito da ogni determinato progetto. Per esempio, in un filtro passa alto a 450 Hz, possono transitare i segnali con frequenza superiore ai 450 Hz, ma non trovano via libera quelli con valori di frequenza inferiori.
Al secondo tipo di filtro, ovvero alla categoria dei passa basso, vengono assegnati quei circuiti che si comportano in maniera opposta a quella con cui agiscono i passa alto, lasciandosi attraversare da segnali di frequenza inferiore ad un certo valore, ma non da quelli a frequenze superiori.
Il terzo tipo di filtro, il passa banda, è quel circuito che concede il passaggio ad una sola e certa banda di frequenza, ma non a quelle che rimangono al di fuori di questa. Per esempio alla banda che si estende fra i 400 Hz e i 600 Hz, oppure a quella che va dai 300 Hz ai 3.000 Hz e così via.
Infine, il modello notch, è quel filtro che elimina una stretta o strettissima banda di frequenze, per esempio quella dei 95 Hz ÷ 105 Hz. Ma

Inseriteli nei circuiti di preamplificazione BF.

Perfezionate la resa degli altoparlanti.

Costruitevi un filtro audio per la vostra radio.

un tale circuito è stato già ampiamente trattato in precedenti fascicoli della rivista, anche di recente pubblicazione, alla cui consultazione rinviamo i lettori e che, in questa sede, eviteremo di analizzare. Mentre parleremo dei primi tre tipi di filtri, presentandone altrettanti validi progetti, che molti potranno destinare agli impieghi più svariati nel settore della riproduzione audio.

GENERALITÀ SUI FILTRI

Alle quattro categorie di filtri, elencati in precedenza, si sarebbe potuto aggiungere il filtro "all pass", ossia il filtro passa tutto, che non è uno spezzone di filo conduttore, come si potrebbe credere con il solo affidamento all'intuito personale, ma una complicata rete, che non altera l'ampiezza del segnale alle varie frequenze, ma agisce sulla fase, ritardandola o anticipandola a seconda delle esigenze dell'operatore. Un esempio limite, in questo settore di filtri, è rappresentato dalle linee di ritardo, che rallentano, anche di molti cicli, la fase del segnale, senza variarne l'ampiezza.
L'attenuazione o l'esaltazione, introdotte nei circuiti di utilizzazione dei filtri, si misurano in decibel (dB), così come avviene per il guadagno degli amplificatori o per l'attenuazione degli attenuatori o partitori, che si identifica nella misura di venti volte il logaritmo in base dieci del rapporto fra il segnale di uscita e quello di entrata. Ovvero, per dirla con parole diverse, quando il segnale in uscita è dieci volte più grande di quello in ingresso, misurato in tensione o in corrente, ma non in potenza, si dice che il filtro guadagna 20 dB.
I circuiti dei filtri, quando vengono realizzati con componenti privi di guadagno, come le induttanze, i condensatori o le resistenze, vengono chiamati "filtri passivi". Se invece sono dotati di elementi amplificatori, allora assumono la

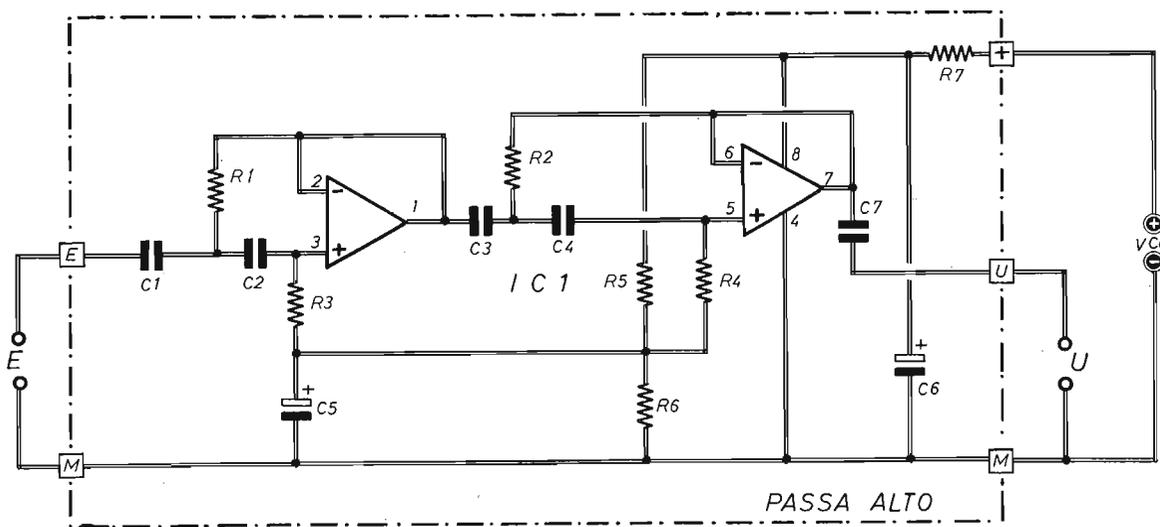



Fig. 1 - Circuito teorico del filtro passa alto, con frequenza di taglio di 300 Hz, descritto nel testo. I due condensatori C5 - C6 sono di tipo al tantalio.

COMPONENTI

Condensatori

C1 = 33.000 pF
C2 = 33.000 pF
C3 = 33.000 pF
C4 = 33.000 pF
C5 = 10 μF - 35 Vl (tantalio)
C6 = 10 μF - 35 Vl (tantalio)
C7 = 2 μF (non polarizzato)

Resistenze

R1 = 10.000 ohm - 1% - 1/8 W
R2 = 10.000 ohm - 1% - 1/8 W
R3 = 47.000 ohm - 1% - 1/8W
R4 = 47.000 ohm - 1% - 1/8 W
R5 = 22.000 ohm - 1/8 W
R6 = 22.000 ohm - 1/8 W
R7 = 100 ohm - 1/4 W

Varie

IC1 = TL082
VCC = 9 Vcc ÷ 12 Vcc

denominazione di "filtri attivi".
La progettazione dei filtri è sempre un compito impegnativo, ma per semplificare il problema, che insorge in tantissime occasioni, quando si realizzano circuiti o dispositivi elettronici, sono state messe a punto delle tecniche standard di produzione, di tipo modulare, cercando di sintetizzare i vari sistemi di filtro a partire da celle elementari del secondo ordine, per poi collegarle in cascata, in un numero scelto a piacere, fino al raggiungimento delle prestazioni desiderate. Ogni cella del secondo ordine equivale ad un circuito con una induttanza ed una capacità, in grado di realizzare pendenze, nella curva di risposta in frequenza, di 12 dB per ottava, equivalenti a 40 dB per decade.
Nei filtri attivi vale la regola per cui ogni gruppo resistivo-capacitivo indipendente, che non interagisce con altri, determina una pendenza di 6 dB per ottava.

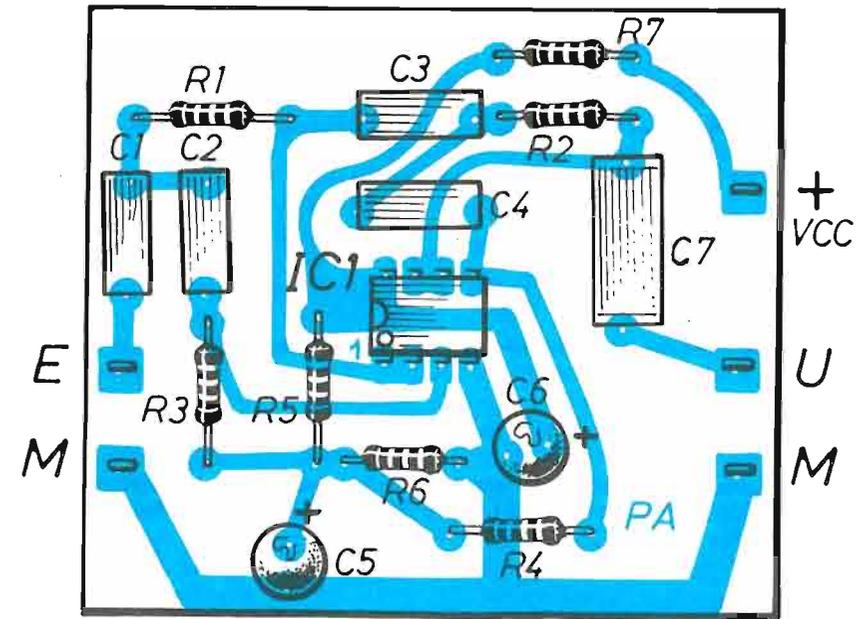



Fig. 2 - Piano costruttivo del modulo elettronico del filtro passa alto. Con le lettere E ed U sono indicati i terminali di entrata e di uscita; con la lettera M è segnalata la linea di massa.

CIRCUITI REALIZZABILI

I circuiti di filtri, che stiamo per presentare, sono di tipo a guadagno unitario, ossia il valore della tensione in entrata è uguale a quello della tensione in uscita, o quasi, senza superare certamente i limiti stabiliti dal filtro.
L'impedenza d'entrata è elevatissima, mentre quella di uscita è medio-bassa e si aggira intorno ai 1.000 ohm ÷ 300 ohm. Pertanto, coloro che volessero utilizzare i filtri in accoppiamento con un altoparlante, dovranno servirsi di un piccolo amplificatore di bassa frequenza. Più avanti, comunque, interpreteremo il modo di comporre un filtro audio, da inserire all'uscita o presa per cuffia di un ricevitore radio.
I progetti, qui presentati e descritti, sono del quarto ordine. Impiegano dunque due filtri uguali, collegati in serie tra loro e l'attenuazione teorica è di 24 dB per ottava.
Per i principianti ricordiamo che l'ottava rappresenta il raddoppio di una frequenza. Per esempio, facendo riferimento alla frequenza di

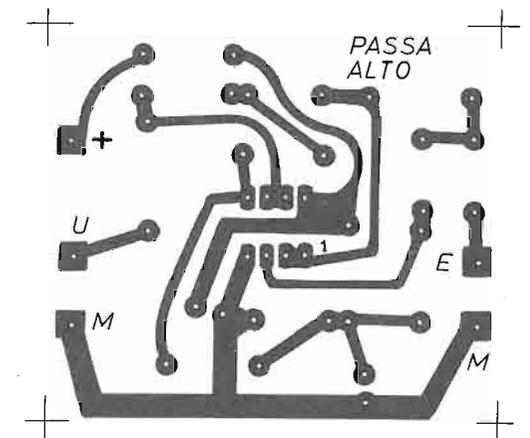



Fig. 3 - Disegno in grandezza reale del circuito stampato su cui si realizza il modulo elettronico del filtro passa alto. Le dimensioni della basetta supporto sono di 6 cm x 6,3 cm.

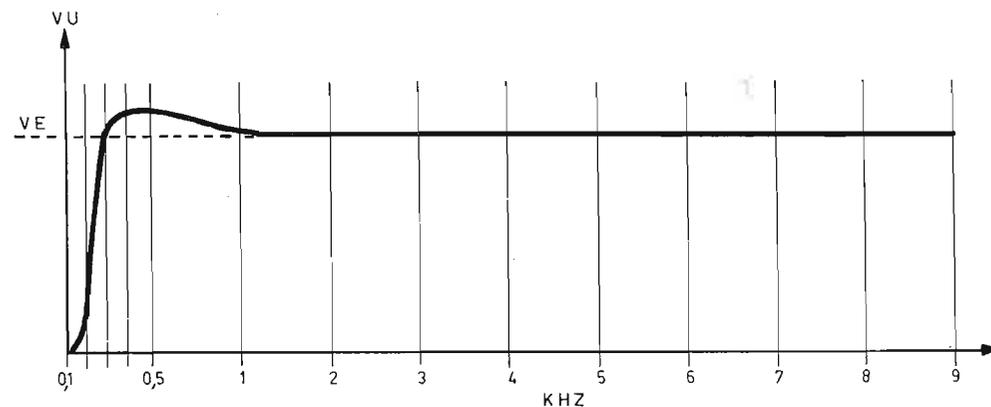



Fig. 4 - Diagramma relativo alla banda passante del filtro passa alto con frequenza di taglio di 300 Hz. Con VU vengono computati i valori delle tensioni in uscita, con VE quelli delle tensioni in entrata.

1.000 Hz, la prima ottava vale 2.000 Hz, la seconda ottava vale 4.000 Hz, la terza ottava 8.000 Hz e così via.

FILTRO PASSA ALTO

In figura 1 è presentato il circuito elettrico del filtro passa alto del quarto ordine che, con una frequenza di taglio di 300 Hz, attenua i segnali a 600 Hz di 24 dB.
La banda passante in questo circuito è diagrammata in figura 4, dove con VU si computano i valori delle tensioni in uscita, con VE quelli in entrata.
I condensatori C1 - C2 - C3 - C4 debbono essere tutti della stessa capacità. Aumentandola, diminuisce la frequenza di taglio e viceversa. Nel primo caso possono transitare quindi segnali con frequenza inferiore ai 300 Hz, nel secondo quelli con frequenza superiore ai 300 Hz.
La resistenze R1 - R2 debbono assumere lo stesso valore ohmmico, mentre le R3 - R4 dovrebbero presentare una misura doppia delle prime due. Tuttavia, aumentando il valore di quasi quattro volte, si ottiene una modesta amplificazione al ginocchio di taglio della frequenza, con una conseguente maggiore reiezione dei segnali più bassi che si vogliono eliminare. Tutti gli altri componenti circuitali non sono legati alla frequenza.
Il montaggio del filtro passa alto si esegue nel modo segnalato in figura 2, che ne rappresenta il piano costruttivo. Dunque, occorre approntare una basetta supporto, di materiale isolante, di forma rettangolare, delle dimensioni di 6 cm x 6,3 cm e riportare, su una delle due facce di questa, il circuito stampato, il cui disegno in grandezza reale è pubblicato in figura 3.
Per la realizzazione del progetto di figura 1, sono stati impiegati condensatori da 32,7 KpF (C1 - C2 - C3 - C4). Ma queste grandezze capacitive non sono di tipo standard; il lettore, dunque, deve servirsi di componenti da 33.000 pF, scegliendoli fra un numero relativamente elevato di condensatori con lo stesso valore nominale, ma individuando fra questi quelli che maggiormente si avvicinano al reale valore di 33.000 pF, oppure a quello di 32,7 KpF. Non si possono invece montare nel modulo elettronico di figura 2 un condensatore da 32.500 pF, uno da 32.700 pF, uno da 33.000 pF ed uno da 33.500 pF, perché in questo modo la curva di figura 4 diviene meno ripida.
Dunque, proprio nella scelta delle resistenze e dei condensatori sta l'unica difficoltà realizzativa dei filtri. Perché difficilmente il dilettante riesce oggi a reperire in commercio resistenze e condensatori di elevatissima precisione, con tolleranze dell'1%.

FILTRO PASSA BASSO

Il circuito del filtro passa basso è riportato in figura 5; di esso descriviamo dettagliatamente il comportamento in quanto, proprio da questo, semplicemente scambiando di posto le resistenze con i condensatori, ovviamente per i soli componenti che riguardano il filtro vero e proprio, si ottiene il filtro passa alto già presentato in figura 1.
Le resistenze R6 - R7 formano un partitore che offre un valore di tensione pari al 50% di quello di alimentazione VCC che, come prescritto, deve aggirarsi fra i 9 Vcc e i 12 Vcc.
La tensione del partitore viene applicata agli ingressi non invertenti (+) degli operazionali, onde stabilire la posizione di riposo di entrata ed uscita in assenza di segnale.
Il condensatore al tantalio C6 filtra questa tensione dalle componenti alternate, mentre la resistenza R5 la invia al piedino 3 di IC1, impedendo al segnale di cortocircuitarsi su C6.
Il secondo stadio, polarizzato dal primo, è tenuto a riposo tramite le resistenze R3 - R4 - ma entrambi sono collegati in modo da stabilire un'amplificazione unitaria non invertente, pari a 0 dB, in quanto il logaritmo di 1 vale 0. Infatti, collegando fra loro i piedini 1 e 2 di IC1, si collega tutto il segnale di uscita all'ingresso invertente e si stabilisce una controreazione del 100%. Ovvero, l'uscita deve obbligatoriamente seguire il piedino 3 perché, se l'operazionale IC1 funziona in zona lineare, cioè non satura e non distorce, i piedini 2 e 3 si trovano praticamente allo stesso potenziale; diversamente l'operazionale reagisce per mantenere appunto tale condizione.
Coloro che volessero invece ottenere un guadagno, per esempio di dieci volte, pari a 20 dB, dovranno collegare, tra il piedino 1 di IC1 e la linea di massa, un partitore in grado di attenuare, nella misura di dieci volte, il segnale, composto ad esempio da due resistenze da 900 ohm e 100 ohm, con quest'ultima inserita verso massa; contemporaneamente il piedino 2, anziché al piedino 1, dovrà essere collegato al punto centrale del partitore.
Il blocco operazionale, nel circuito di figura 5, ha la sola funzione di creare condizioni di impedenza ideali per i gruppi resistivo-capacitivi, che di solito sono impossibili nei dispositivi normali, dato che IC1 presenta una impedenza di carico praticamente infinita o comunque molto elevata ai gruppi RC e li alimenta con impedenze bassissime o praticamente trascurabili.
Tali condizioni ideali di funzionamento consentono ai gruppi RC di simulare prestazioni analoghe a quelle dei gruppi RLC.
La resistenza R2, unitamente al condensatore C3, compone la prima cella passa basso attenuatrice delle frequenze nel progetto di figura 5. La seconda cella è formata dalla resistenza R1 e dal condensatore C1.
Il condensatore C8, anche se in realtà è un passa alto, rappresenta un elemento di isolamento della componente continua dei segnali. Questo componente, proprio per tale comportamento principale, non appare più nel secondo stadio.
Giunti a questo punto, facciamo notare al lettore che se avessimo impiegato i due gruppi resistivo-capacitivi senza l'inserimento dell'integrato operazionale, difficilmente avremmo raggiunto le stesse prestazioni del filtro passa basso, ovvero il fattore di qualità del circuito sarebbe apparso assai degradato e con questo anche le pendenze di attenuazione ed il segnale utile avrebbero lasciato alquanto a desiderare, segnalando perdite paurose.
Il circuito di figura 5 può alimentare, in uscita U, carichi dell'ordine di 1.000 ohm ÷ 10.000 ohm, mentre non accetta lunghi cavi schermati, quando in presenza di carichi capacitivi, superiori ai 100 pF, può innescare oscillazioni a radiofrequenza in grado di distorcere il segnale e per le quali si rende necessario l'inserimento, in serie con il condensatore C5, di una resistenza da 100 ohm.

MONTAGGIO DEL PASSA BASSO

Il modulo del filtro passa basso si realizza nel modo indicato nel piano costruttivo riportato in figura 6, dopo aver approntata la basetta sup-

abbonatevi a:
ELETTRONICA PRATICA

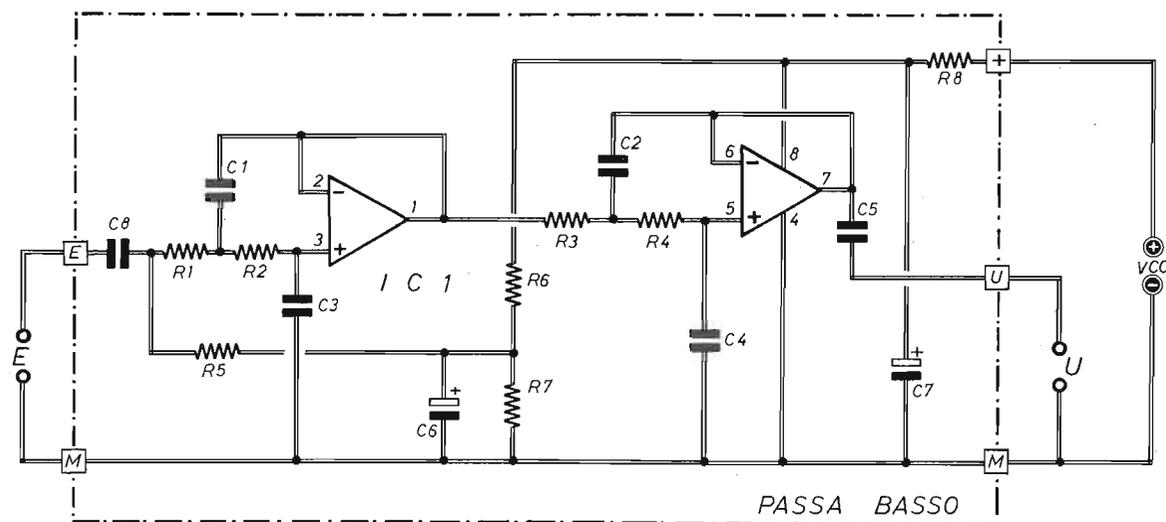



Fig. 5 - Circuito elettrico del filtro passa basso con frequenza di taglio di 3.000 Hz. I condensatori C6 e C7 sono di tipo al tantalio. Le linee tratteggiate delimitano la parte circuitale montata su una basetta supporto con circuito stampato.

COMPONENTI

Condensatori

C1 = 10.000 pF
C2 = 10.000 pF
C3 = 2.200 pF
C4 = 2.200 pF
C5 = 2,2 μF (non polarizz.)
C6 = 10 μF - 35 Vl (tantalio)
C7 = 10 μF - 35 Vl (tantalio)
C8 = 2,2 μF (non polarizz.)

Resistenze

R1 = 10.000 ohm - 1/8 W
R2 = 10.000 ohm - 1/8 W
R3 = 10.000 ohm - 1/8 W
R4 = 10.000 ohm - 1/8 W
R5 = 100.000 ohm - 1/8 W
R6 = 22.000 ohm - 1/8 W
R7 = 22.000 ohm - 1/8 W
R8 = 100 ohm - 1/2 W

Varie

IC1 = TL082
VCC = 9 Vcc ÷ 12 Vcc

porto, di forma rettangolare, delle dimensioni di 6 cm x 6,3 cm recante, in una delle sue facce, il circuito stampato, il cui disegno a grandezza naturale è pubblicato in figura 7.
Il diagramma di figura 8 interpreta l'andamento della banda passante del filtro passa basso di figura 5.
Le quattro resistenze R1 - R2 - R3 - R4 debbono essere uguali fra loro, ma non nel valore nominale, bensì in quello reale. Prima di inserirle nel modulo elettronico, quindi, conviene misurarle accuratamente ed eventualmente selezionarle fra tante a disposizione, tramite un preciso ohmmetro digitale.
I due condensatori C1 - C2, che migliorano la curva della banda passante, avrebbero dovuto avere lo stesso valore capacitivo di C3 - C4, ovvero quella di 2.200 pF. Ma l'aumento capacitivo a 10.000 pF introduce una sensibile esaltazione del circuito del filtro di figura 5.
In ogni caso, le due coppie di condensatori, C1 - C2 e C3 - C4, debbono avere valori identici, reali e non nominali, quindi selezionati tramite capacimetri di precisione di tipo digitale.

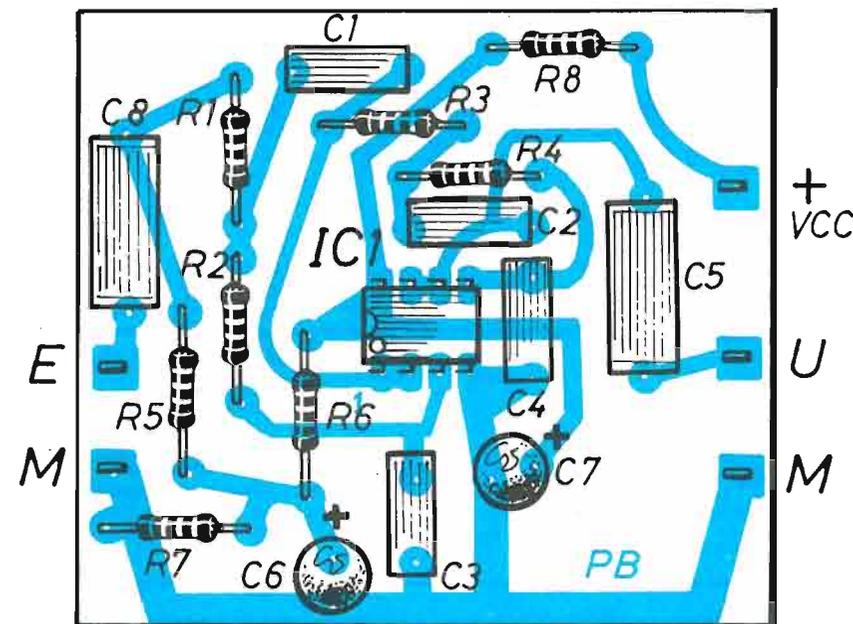



Fig. 6 - Schema pratico del modulo elettronico del filtro passa basso, nel quale i componenti C1 - C2 - C3 - C4 ed R1 - R2 - R3 - R4 debbono avere precisi valori reali con tolleranze dell'1%.

Tutti gli altri componenti del circuito di figura 5 non influenzano il comportamento elettrico del filtro passa basso.

FILTRO PASSA BANDA

Collegando in serie tra loro i due progetti di figura 1 e figura 5, ossia quello del filtro passa alto e l'altro del filtro passa basso, si realizza un filtro passa banda che, con i due progetti descritti, consente il transito di segnali compresi nella banda di frequenze che si estende da 300 Hz a 3.000 Hz e che costituisce il filtro ideale da inserire sulla presa per cuffia di un ricevitore radio o un ricetrasmettitore, perché elimina certamente ogni eventuale presenza di fischi e ronzii. In pratica, dunque, la composizione circuitale di figura 9 esalta e pulisce il parlato negli apparati radioriproduttori.
Volendo collegare all'uscita del filtro passa banda un piccolo altoparlante, anziché la cuffia, si deve interporre, fra questo e l'uscita U - M, un semplice amplificatore di bassa frequenza, co-

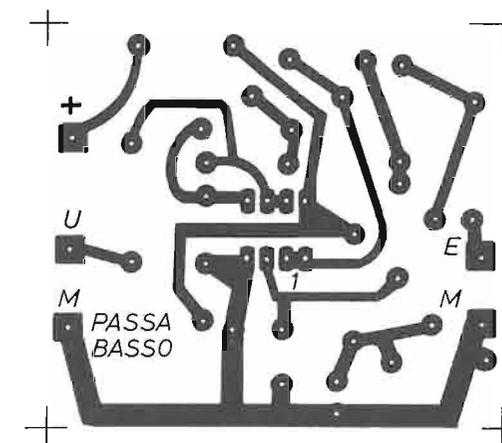



Fig. 7 - Disegno in grandezza naturale del circuito stampato, da riportarsi su una delle due facce di una basetta supporto, del modulo del filtro passa basso.

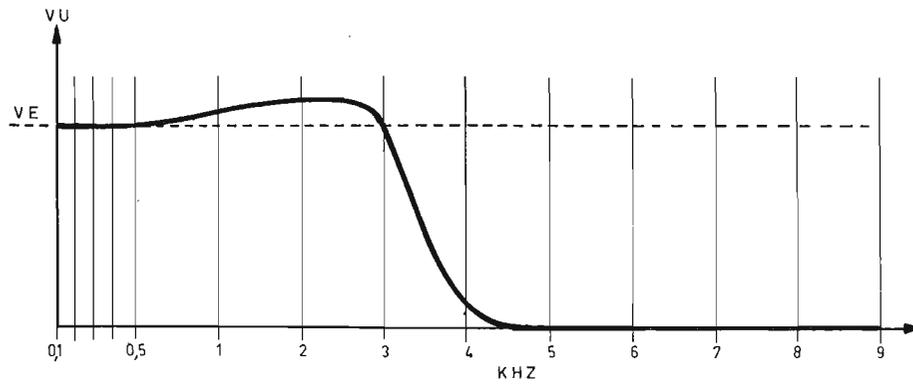



Fig. 8 - Diagramma interpretativo della banda passante nel filtro passa basso. Con VU si misurano le tensioni in uscita, con VE quelle d'entrata.

Fig. 9 - Composizione circuitale del filtro passa banda, ottenuto tramite l'accoppiamento del passa alto con il passa basso. Il valore non critico della resistenza di carico, collegata all'ingresso del passa alto (E-M), è di 100 ohm - 0,5 W.

Fig. 10 - Interpretazione analitica del comportamento del filtro passa banda in rapporto ai segnali di frequenza compresa fra i 300 Hz e i 3.000 Hz.

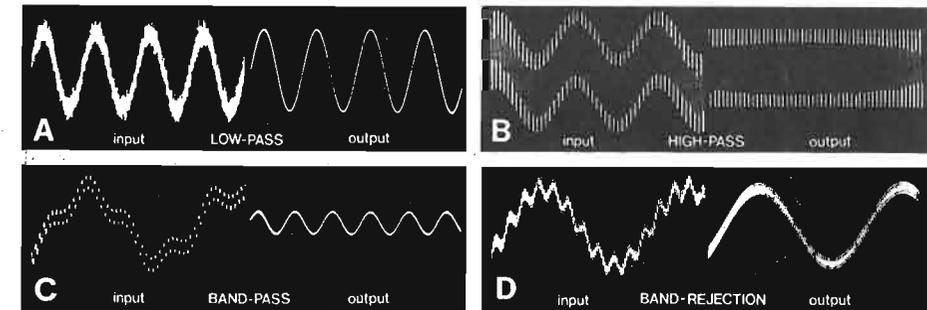



Fig. 11 - In questa esposizione fotografica, riassuntiva, sono ripresi i principali concetti inerenti i filtri di bassa frequenza analizzati nel testo. In A la pulizia del segnale d'ingresso (input) esercitata dal filtro passa basso (low-pass) è visibile sulla destra (output). In B dal segnale AF il filtro passa alto (high-pass) elimina la parte BF. In C il filtro passa banda elimina le frequenze più alte e quelle più basse, lasciando via libera ad un segnale perfetto. In D viene riprodotto un ulteriore effetto conferito ai segnali dai circuiti di filtro.

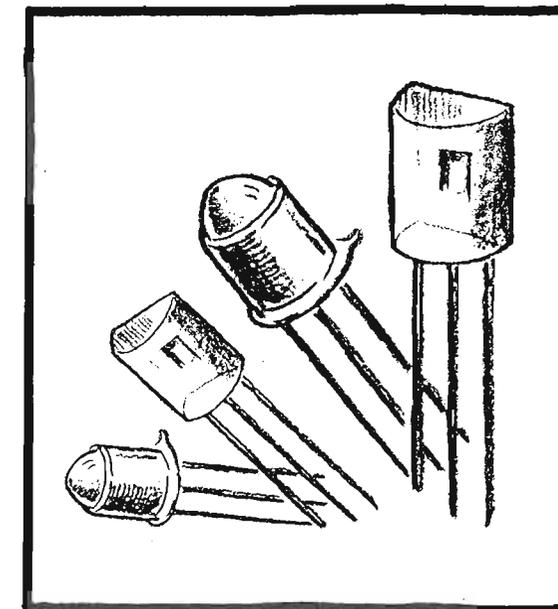
me può essere quello presentato e descritto sul fascicolo arretrato luglio-agosto 1990, a pagina 402, approntato in scatola di montaggio. Ma è ovvio che qualsiasi altro piccolo amplificatore BF, con analoghi requisiti, può essere utilmente impiegato.
Il valore della resistenza di carico, collegata in parallelo con l'entrata E - M del filtro passa banda di figura 9, non è critico e può aggirarsi attorno ai 100 ohm - 1/2 W.
Concludiamo ricordando che in figura 10 è riportata la curva caratteristica del filtro passa banda di figura 9 e che in figura 11 sono stati raggruppati, analiticamente, i principali concetti teorici esposti nel corso del presente articolo ed inerenti i filtri di bassa frequenza.

FOTOTRANSISTOR FOTODARLINGTON

Il fototransistor, ovvero il semiconduttore pilotato dalla luce che lo colpisce, è un componente elettronico la cui presentazione obbliga la mente del lettore ad evocare taluni fenomeni fisici del mondo delle particelle infime della materia, quelle che risiedono nel transistor e danno origine al suo funzionamento. Ma cominciamo coll'apprendere la conformazione del simbolo elettrico di questo elemento, ossia lo schema grafico che lo contraddistingue fra ogni altro componente elettronico e che viene attualmente utilizzato nella composizione dei circuiti teorici, quello pubblicato in figura 1, nel quale le frecce simboleggiano i raggi di luce che sensibilizzano questo particolare transistor. Mentre nella realtà fisica si tratta di un dispositivo, montato in una custodia, almeno in parte trasparente, costruito in modo tale che la luce possa raggiungere la giunzione di collettore. Come segnalato in figura 2, nella quale, semplificando oltre il lecito e soltanto a scopi didattici, il fototransistor viene ridotto alla sola sovrapposizione dei tre cristalli diversamente drogati. Quando invece si sarebbero dovuti considerare ben altri aspetti fondamentali, quali la struttura cristallina del diodo base-emittore, differenziata da quella del diodo base-collettore, oppure la modulazione della zona di base e tutti gli elementi tecnologici che conducono alla definizione reale della struttura dei vari tipi di transistor, correlati a quei fenomeni secondari, come ad esempio le correnti superficiali e l'andamento dei gradienti di potenziale, che non possono venir inseriti in una rubrica indirizzata ai principianti. Per dirla con parole diverse, il lettore non deve confondere il disegno di figura 2 con il reale aspetto fisico del transistor, dato che il disegno va preso come uno schema astratto, che consente di illustrare alcune nozioni che avremo occasione di esporre più avanti.

Dunque, la figura 2 costituisce una base di partenza simbolica, del resto abituale nel mondo della tecnica, che offre, attraverso le due giunzioni realizzate con tre zone di materiale semiconduttore, un punto di riferimento per quanto verrà detto nel prosieguo dello svolgimento tematico.

VACANZE ED ELETTRONI

La zona centrale del dispositivo pubblicato in figura 2 è drogata positivamente (P). Ciò significa che questa vanta un eccesso di "vuoti" o, come si dice attualmente, di vacanze elettroniche nella struttura cristallina. E questo perché alcune impurità di materiale, essendo meno ricche di elettroni rispetto al silicio, presentano, nella banda esterna di valenza, dei posti vuoti di elettroni. I quali vengono poi casualmente riempiti da elettroni che, a loro volta, lasciando un posto vuoto, creano delle nuove vacanze, che vagano quasi liberamente all'interno della struttura cristallina.
Analogamente, nelle zone N, a causa di un drogaggio con materiali dotati di un maggior numero di elettroni, rispetto all'elemento di base, sempre nella banda di valenza, che è quella esterna all'atomo, si manifesta un addensamento di cariche negative.

Il fototransistor, simboleggiato in figura 2, è di tipo NPN, ma si possono costruire pure modelli di tipo PNP, che presentano strutture e polarità opposte. In entrambi, tuttavia, la zona contrassegnata con la lettera X, chiamata zona di svuo-

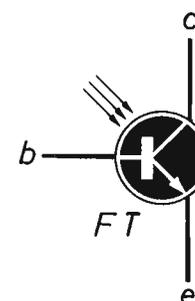



Fig. 1 - Simbolo elettrico del fototransistor. Le frecce ricordano che il funzionamento del componente dipende dai raggi di luce che lo colpiscono.

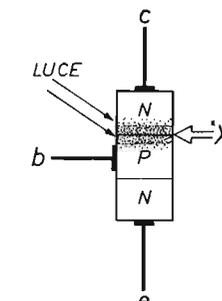



Fig. 2 - Struttura fisica, semplificata a scopo didattico, di un fototransistor di tipo NPN, nel quale la zona contrassegnata con la lettera X è quella sensibile alla luce.

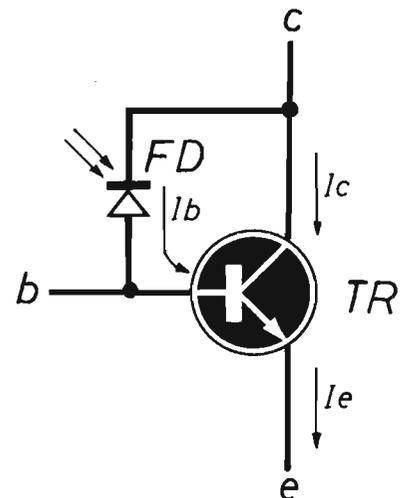



Fig. 3 - Il fototransistor è un elemento equivalente all'accoppiamento di un fotodiodo FD e di un transistor. La corrente di emittore è data dalla somma di quella di base più la corrente di collettore.

tamento, è responsabile del funzionamento del diodo, soprattutto quando questo viene polarizzato inversamente. Ma nel funzionamento normale del transistor, il diodo base-collettore è polarizzato inversamente e non consente lo scorrimento della corrente a causa della barriera di potenziale, che si viene a formare nella zona di svuotamento, mentre soltanto delle piccole correnti di fuga, di pochi nanoampere, ossia dell'ordine dei miliardesimi di ampere, possono mettersi in movimento.

Ora, se la zona X del fototransistor schematizzato in figura 2 viene colpita dalla luce, i fotoni, in essa contenuti, cedono energia agli elettroni esterni presenti negli atomi della struttura cristallina, liberandoli e lasciandoli liberi di muo-

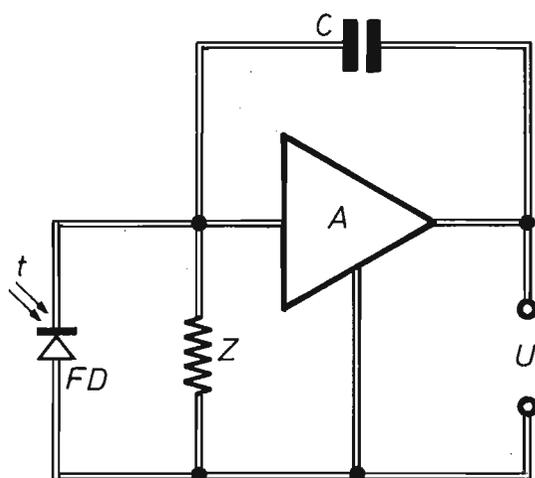



Fig. 4 - Con riferimento alle grandezze elettriche in gioco, il fototransistor può essere così configurato, indicando con C la sua grande capacità d'ingresso, con A la tensione e con Z l'impedenza d'entrata.

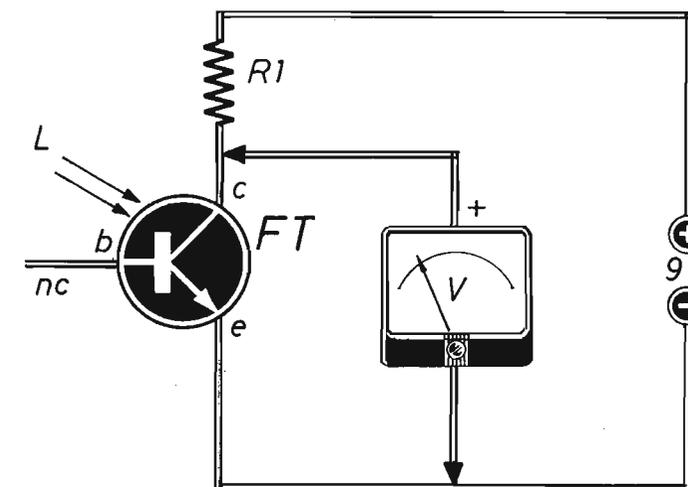



Fig. 5 - Questo esperimento consente di verificare in pratica il fenomeno per cui, coll'aumentare della luce incidente su FT, la tensione di collettore cresce di valore.

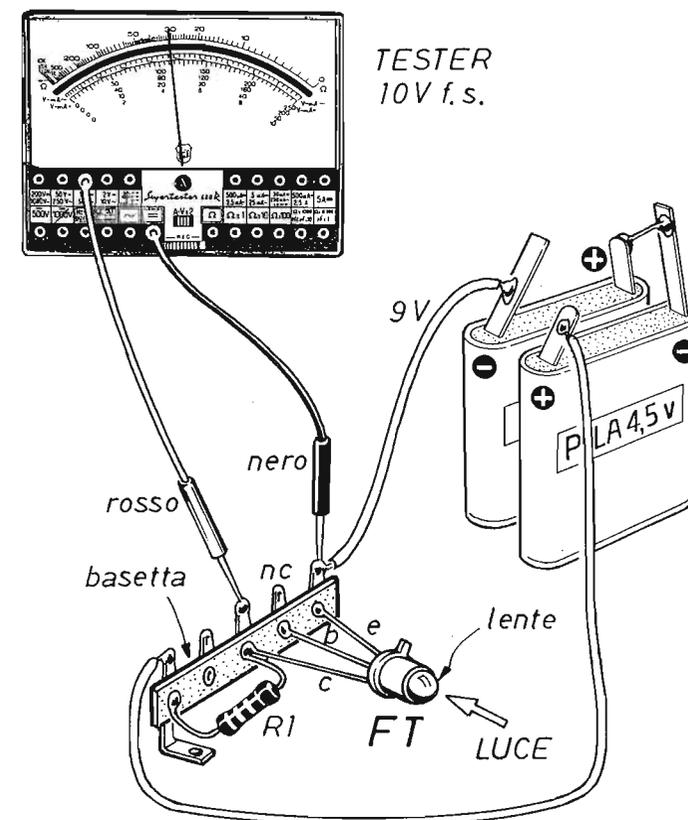



Fig. 6 - Piano costruttivo dell'esperimento con il quale si dimostra il comportamento del fototransistor FT al variare dell'intensità di luce che lo investe.

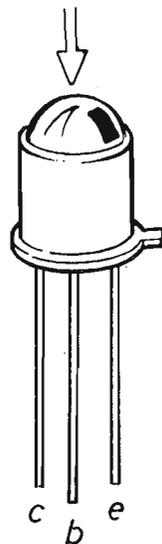



Fig. 7 - Questo è il modello BPW 14 C di fototransistor prescritto per l'esecuzione del primo esperimento pratico descritto nel testo. La lente si trova nella parte superiore del componente.

versi. E in tal caso, tra collettore e base, si verifica un flusso di corrente che, per le caratteristiche tipiche del transistor, sarà in grado di innescare una corrente beta volte superiore tra collettore ed emittore. Questo significa che il transistor va in conduzione anche senza apporto di corrente sulla base dall'esterno.

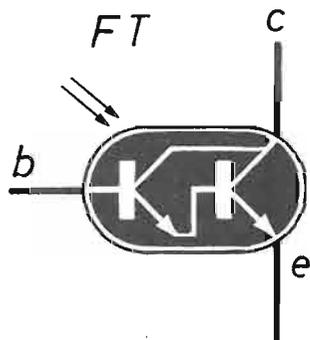



Fig. 8 - Simbolo elettrico del fotodarlington universalmente adottato nella composizione dei circuiti elettrici.

Ricordiamo che "beta" misura il guadagno di corrente del transistor ad emittore comune, ovvero quante volte la corrente tra emittore e collettore supera quella di base nel funzionamento normale del componente.

EQUIVALENZA SCHEMATICA

Il funzionamento del fototransistor, ora descritto, può essere ulteriormente interpretato attraverso lo schema teorico di figura 3. Nel quale il fototransistor viene sostituito con un transistor in cui, fra base e collettore, è inserito un fotodiodo.
L'equivalenza si ravvisa nel fatto che, l'illuminazione del diodo base-collettore, contenuto nel fototransistor, si identifica con il collegamento esterno del diodo FD, tra base e collettore del transistor TR di figura 3. La quale evidenzia il vantaggio pratico ed economico ottenuto servendosi del fototransistor anziché dei due componenti separati: il fotodiodo FD ed il transistor TR.
Dunque, con l'impiego del fototransistor, l'ingombro circuitale diminuisce e diminuisce la spesa, senza considerare che, nel caso di piccoli segnali luminosi, si raggiunge un segnale amplificato sui terminali d'uscita del componente.
Ricordiamo che, nello schema teorico di figura 3, l'espressione Ie rappresenta la somma delle due correnti di base Ib e di collettore Ic. Si ha infatti che:

$$Ie = Ib + Ic$$

mentre con le lettere b - c - e sono segnalati i tre elettrodi di base - collettore ed emittore del transistor TR.

AMPLIFICATORE LINEARE

Il fototransistor funziona come amplificatore lineare, eroga cioè una debole corrente, se la luce che lo colpisce è poca, mentre avvia una corrente di elevata intensità quando la luce incidente è forte.
Praticamente, il limite inferiore della corrente si identifica con quello della corrente di fuga caratteristica del semiconduttore. Ma per mantenerla bassa, si debbono impiegare modelli di fototransistor di buona qualità e conservare la tensione di alimentazione sui valori più piccoli,

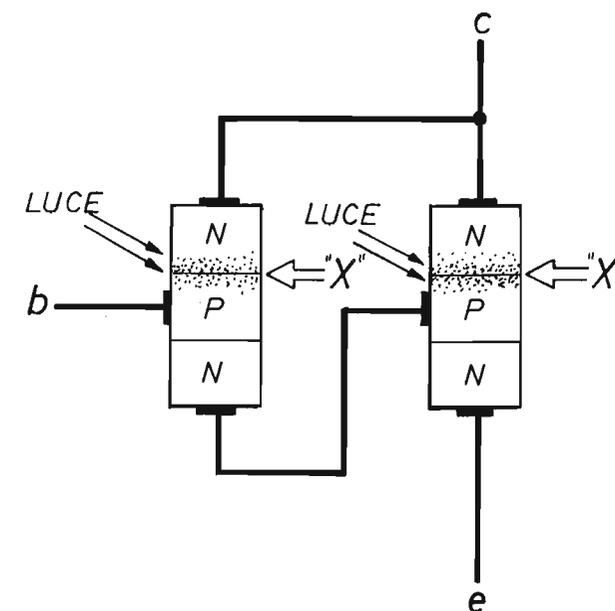



Fig. 9 - Struttura fisica simbolica di un fotodarlington, nel quale l'area sensibile alla luce appare raddoppiata.

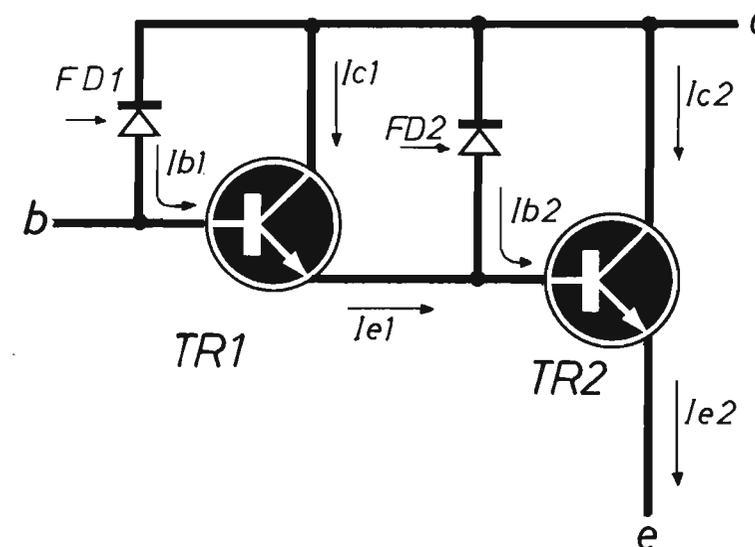



Fig. 10 - Il fotodarlington, può essere assimilato all'accoppiamento di due transistor in cui, fra gli elettrodi di base e collettore, sono stati inseriti due fotodiodi (FD1 - FD2).

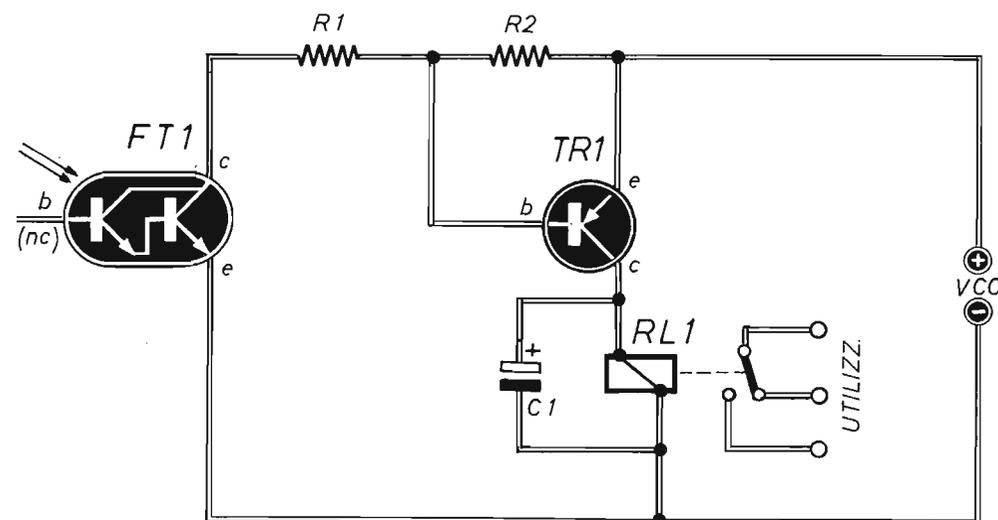



Fig. 11 - Schema teorico del dispositivo con cui si dimostra il comportamento lineare del fotodarlington e la sua aumentata potenza di intervento rispetto al normale fototransistor.

Condensatore

C1 = 10 μF - 16 Vl (elettrolitico)

Resistenze

R1 = 12.000 ohm - 1/2 W
R2 = 10.000 ohm - 1/2 W

Varie

FT1 = 2N5777
TR1 = BC177
RL1 = relè (12 V - 300 ohm)

COMPONENTI

possibilmente al di sotto del volt e soprattutto per il fototransistor.
Il limite superiore della corrente, invece, è stabilito dai componenti esterni e dalla massima corrente erogabile dal fototransistor, ma questa, trattandosi nella generalità dei casi di impieghi di segnale, è da ritenersi più che sufficiente. Infatti, quando occorre disporre di una certa potenza, si possono sempre aggiungere al dispositivo degli stadi amplificatori.
La velocità di funzionamento del fototransistor è elevata, ma non troppo, a causa delle lievi correnti in gioco e della relativamente grossa capacità di ingresso del semiconduttore, dovuta alla necessità di disporre di una vasta area da esporre alla luce. In pratica, tuttavia, è difficile superare il megahertz, ossia il milione di cicli al secondo, tenendo conto che, in genere, i modelli meno sensibili sono anche i più veloci. Esistono comunque dei tipi speciali per alte velocità, attualmente sviluppati per applicazioni nelle fibre ottiche, che utilizzano tecnologie espressamente studiate, ma che per ora non sono presenti nel commercio al dettaglio per i principianti.
Questi ulteriori concetti teorici vengono simboleggiati nello schema equipollente di figura 4, nel quale con A si segnala il guadagno in volt, con Z l'impedenza d'ingresso e con C la grossa capacità d'entrata del fototransistor.

PRIMO ESPERIMENTO

Il primo esperimento, chiarificatore di alcune nozioni esposte in precedenza, vuol dimostrare che, aumentando la luce che colpisce il fototransistor nella sua parte sensibile, la tensione

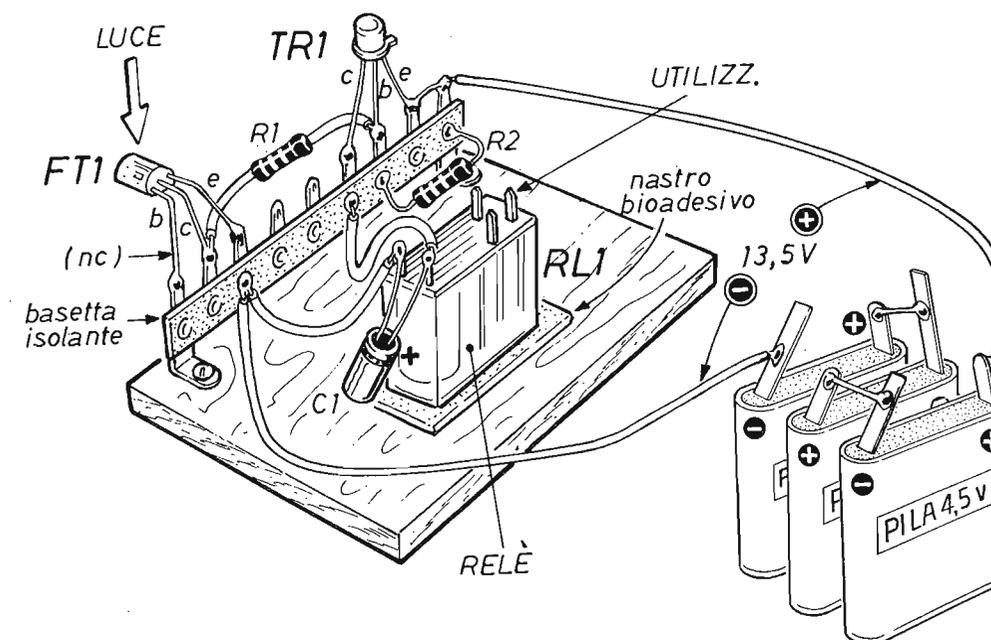



Fig. 12 - Piano costruttivo del secondo esperimento proposto nel testo, quello in cui si utilizza un fotodarlington ed un relè in veste di carico di collettore di un transistor pilota TR1.

rilevata dallo strumento analogico diminuisce e viceversa. A tale scopo si deve considerare lo schema di figura 5, nel quale con FT viene segnalato il fototransistor modello BPW 14 C, con R1 una resistenza da 3.300 ohm e con V un tester commutato nella funzione voltmetrica e nella scala dei 10 V f.s.. L'alimentazione è derivata da due pile piatte, da 4,5 V ciascuna, collegate in serie tra loro in modo da erogare la tensione risultante di 9 Vcc.
Il fototransistor FT, riportato nella sua espressione reale in figura 7, presenta la zona trasparente sulla parte superiore. E su questa occorre inviare un fascio di raggi luminosi, dapprima debole e successivamente, ma gradatamente, più intensa, tenendo sott'occhio la scala del tester.
In figura 6 viene proposto il piano costruttivo dell'insieme sperimentale di controllo del fototransistor FT al variare della luce incidente. Il modello usato, come è stato detto, è il BPW 14 C, le cui principali caratteristiche sono le seguenti:

Max. freq. utilizzata	**= 200 KHz**
Angolo della lente	**= + — 40°**
Max. diss. a 25° C	**= 250 mW**
Max. VCEO	**= 70 V**
Max. sens. al colore	**= 780 nm**

La piedinatura del fototransistor utilizzato nell'esperimento è individuabile in figura 7, dove si può notare come l'elettrodo di emittore (e) si trovi da quella parte del componente in cui è presente una tacca-guida metallica.

FOTODARLINGTON

Quando si debbono amplificare segnali luminosi alquanto deboli, oppure quando è necessario

disporre di forti segnali elettrici, provocati da variazioni di intensità luminose, come accade ad esempio nelle barriere a raggi luminosi o infrarossi, sulle lunghe distanze, nelle trasmissioni su fibra ottica a bassa velocità, nelle comunicazioni audio tramite la luce o in altre occasioni ancora, conviene collegare due fototransistor in conformazione Darlington, oppure utilizzare un dispositivo già integrato, che presenta il vantaggio di una maggiore semplicità circuitale, un minor ingombro ed un'area, da esporre alla luce, assai più vasta.

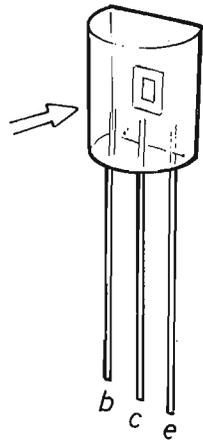



Fig. 13 - Conformazione reale del fotodarlington, modello 2N5777, previsto per la realizzazione del secondo esperimento descritto nel testo.

Un tale elemento integrato prende il nome di fotodarlington ed il suo simbolo elettrico, utilizzato nella composizione degli schemi teorici, è quello pubblicato in figura 8 con la sigla FT. Questo simbolo, ripetendo la teoria valida per i comuni transistor, è di tipo NPN, ma si possono costruire pure elementi PNP. In ogni caso, la struttura fisica del fotodarlington, semplificata oltremodo a scopi didattici, è quella riportata in figura 9, la quale raddoppia la composizione strutturale di figura 2, rievocando in doppia misura quanto menzionato durante l'esame del più comune fototransistor. Perché questa volta alla zona X se ne aggiunge un'altra perfettamente identica, che raddoppia l'area di esposizione alla luce del componente e con questa anche i conseguenti fenomeni elettrici precedentemente esaminati.
Lo schema riportato in figura 10 interpreta più realisticamente la composizione di un fotodarlington, che può essere assimilato al collegamento, nella configurazione Darlington, di due transistor di tipo NPN (TR1 - TR2), su ciscuno dei quali è applicato, fra i due elettrodi di base e collettore, un fotodiodo (FD1 - FD2).
Anche per questo circuito, come è stato affermato per quello di figura 3, la corrente totale di emittore del transistor TR2 è uguale alla somma della corrente di base Ib2 più quella di collettore Ic2:

$$Ie2 = Ib2 + Ic2$$

Ora, per constatare dal vero la grande sensibilità del fotodarlington, conviene con questo passare alla via sperimentale, che può anche dimostrare come questo componente lavori in classe lineare.

SECONDO ESPERIMENTO

Il progetto, assai semplice, riportato in figura 11, interpreta l'esperimento, proposto per secondo in questa sede, ma ora con l'impiego di un fotodarlington che, colpito dalla luce, eccita un relè.
La debolissima illuminazione di FT1, il cui elettrodo di base rimane non collegato (nc), dà origine ad una corrente di collettore che, attraversando la resistenza R1, polarizza la base del transistor TR1, il cui carico di collettore è rappresentato dal relè RL1.
Il fotodarlington, utilizzato per questo esperimento, è il modello 2N5777, le cui caratteristiche elettriche sono le seguenti:

Max. freq. utilizzata	**= 1 MHz**
Angolo lente	**= + — 60°**
Max. diss. a 25°C	**= 200 mW**
Max. VCEO	**= 40 V**
Max. sens. al colore	**= 800 nm**

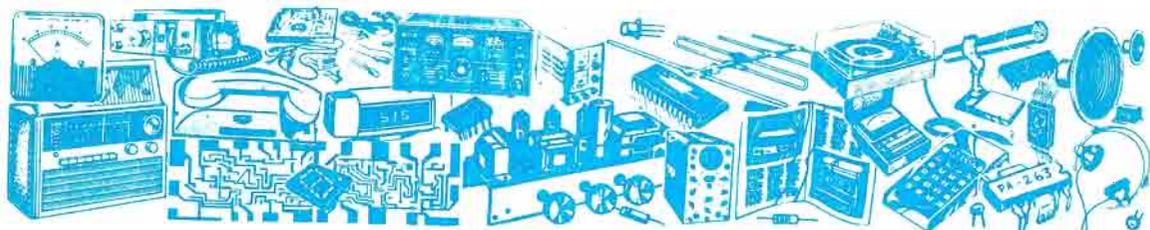
Per quanto riguarda la piedinatura di FT1, questa è rilevabile dalla figura 13, nella quale è pure segnalata la zona trasparente attraverso cui deve entrare la luce eccitante.
Se la luce che investe FT1 è quella erogata da una lampadina a filamento, alimentata con la tensione di rete a 220 Vca e alla frequenza di 50 Hz, il relè RL1 vibra alla frequenza di 50 Hz, se non si inserisce nel circuito il condensatore elettrolitico C1, collegato fra collettore di TR1 e massa, ovvero con la linea di alimentazione negativa.
Questa, dunque, è una prova da eseguire, perché dimostra come il circuito di figura 11 lavori in classe lineare, avvertendo la frequenza di 50 Hz caratteristica della tensione di rete che, attraverso la luce della lampadina, FT1 recepisce.
Si può così comcludere che lo stesso fotodarlington è un componente che lavora o, meglio, amplifica linearmente.
Inserendo il condensatore elettrolitico C1, le vibrazione del relè RL1 spariscono ed il funzionamento del circuito di figura 11 diviene normale.
In figura 12 viene presentato il piano costruttivo del secondo esperimento proposto in queste pagine, per il quale conviene servirsi di una tavoletta di legno in veste di supporto circuitale e di una morsettiera a nove ancoraggi, per l'applicazione e l'irrigidimento dei vari componenti.
L'alimentatore a 13,5 Vcc è ottenuto mediante il collegamento in serie di tre pile piatte da 4,5 V ciascuna.

Raccolta PRIMI PASSI - L. 14.000

Nove fascicoli arretrati di maggiore rilevanza didattica per il principiante elettronico.

Le copie sono state attentamente selezionate fra quelle la cui rubrica "PRIMI PASSI" ha riscosso il massimo successo editoriale con i seguenti argomenti:

1° - Condensatori e Compensatori
2° - Dall'antenna alla rivelazione
3° - Trasformatori per radiofrequenze
4° - Radio: sezione audio
5° - Radio: circuiti classici
6° - Buzzer: categorie e tipi
7° - Resistenze fisse
8° - Resistenze variabili
9° - La legge di Ohm

Ogni richiesta della RACCOLTA PRIMI PASSI deve essere fatta inviando anticipatamente l'importo di L. 14.000 (nel prezzo sono comprese le spese di spedizione) a mezzo vaglia, assegno o conto corrente postale N. 916205 e indirizzando a: ELETTRONICA PRATICA - 20125 MILANO - Via Zuretti, 52.

VENDITE ACQUISTI PERMUTE

Di questa Rubrica potranno avvalersi tutti quei lettori che sentiranno la necessità di offrire in vendita, ad altri lettori, componenti o apparati elettronici, oppure coloro che vorranno rendere pubblica una richiesta di acquisto od un'offerta di permuta.
Elettronica Pratica non assume alcuna responsabilità su eventuali contestazioni che potessero insorgere fra i signori lettori e sulla natura o veridicità del testo pubblicato. In ogni caso non verranno accettati e, ovviamente, pubblicati, annunci di carattere pubblicitario.
Coloro che vorranno servirsi di questa Rubrica, dovranno contenere il testo nei limiti di 40 parole, scrivendo molto chiaramente (possibilmente in stampatello).

SCAMBIO o compro, vendo o cerco, resistenze a carbone e a strato metallico.
ROMANATO NICOLA - Studio Tecnico - 21018 SESTO CALENDE (Varese)

VENDO sintoriproduttore Alpine 7255L a L. 700.000 con plancia estraibile nuova con fader preout, dolby "B", autometal e 12 stazioni memorizzabili in FM + 6 in AM.
PAOLO - Tel. (0585) 791931 dopo le 22,30

VENDO Amstrad portatile 640 K + floppy 720 + floppy 360 esterno con box + alimentatore + modem 2400 con correzione d'errore e videotel + numerosi dischi tra utility e giochi + schema per collegare hard disk esterno a L. 1.050.000.
LADILLO ANDREA Via F. Corridoni, 27 - 00195 ROMA Tel. (06) 3746425

CERCO stampante per Commodore 64.
GRAVANTE PASQUALE - Via Cattabeni, 77 - 81013 CAIAZZO (Caserta) Tel. (0823) 868465 dopo le 20

VENDO unità modem per computer come nuova L. 200.000 e ricevitore per satelliti, senza manuale per l'uso a L. 150.000.
RIPARBELLI PAOLO - V.le G. Carducci, 133 - 57121 LIVORNO Tel. (0586) 402994 (ore pasti)

VENDO svariate riviste di elettronica (anni 1989 - 1990) a L. 2.000 cad. Inoltre eseguo copie di schemi elettronici vari che vendo a L. 500 cad. Spese postali a carico del destinatario.
STERLICCHIO RICCARDO - Via Savanarola, 59 - 70031 ANDRIA (Bari) Tel. (0883) 554925 ore pasti

IL SERVIZIO È COMPLETAMENTE GRATUITO

CERCO libro o manuale per il corso di Radiamatore e CB per iniziare questo hobby.
VITIELLO ALFONSO - Via G. Gigante, 39/A - 80128 ARENELLA - NAPOLI

VENDO a L. 200.000 tastiera campionario Casio SK-5 Keyboard, usata pochissimo.
GIOVANNI - Tel. (0974) 984707 ore serali

OCCASIONE- Vendo cinepresa Fujica P 2 single - 8 ad esposizione automatica - reflex - in contenitore originale, non aperto.
Telef. (010) 327280 ore 22/23

CERCO TX Geloso 144/432 MHz, converter Geloso a valvole, inoltre G/208, G/218, G/212, apparecchi vari, componenti e bollettini tecnici Geloso. Compro AR18, oscilloscopio Philips B.F. PM 3206, surplus italiano e tedesco, ricevitori Hammarlund.
CIRCOLO LASER - Casella Postale, 62 - 41049 SASSUOLO (Modena)

CEDIAMO a L. 50.000 calcolatrice da tavolo Olivetti Elettrosumma 22 e macchina per scrivere Olivetti M 40 a carrello largo a L. 300.000, entrambe funzionanti e valide per collezione modernariato o normale uso.
SEZIONE F.G.R. - P.za Cavour, 8 - 13100 VERCELLI Tel. (0161) 66104

VENDO Commodore 128 + registratore dedicato + 2 joystick + adattatore telematico + oltre 100 giochi a sole L. 200.000. Vendo anche staz. CB formata da President Lincoln 26-30 + microfono base sadelta ecomaster plus + alimentatore HP125 10 A 0 - 15 V con strumenti + roswattmetro accordatore a sole L. 450.000. Anche singolarmente. Tutto come nuovo, qualsiasi prova.
GARLASCHE' GIORGIO - Via F. Petrarca, 7/C - 21047 SARONNO (Varese) Tel. ore 20

VENDO per MS-DOS programmi di grafica, linguaggi, wora processor, giochi ecc.
SCUDERI MAURO - 98051 BARCELLONA POZZO DI GOTTO (Messina) Tel. (090) 9761530

VENDESI, anche separatamente, 50 strumenti a bobina mobile da pannello. Dimensioni 75 x 90 e 100 x 125. Voltmetri 25 e 40 V. Amperometri 15 A. Mai usati. Prezzo occasione.
Tel. (02) 33003089

VENDO altoparlante 40 W ottimo per chitarra con cassa autocostruita L. 32.000; altoparlante 60 W L. 20.000; chitarra L. 230.000; amplificatore 20 W L. 230.000; amplificatore 50 W L. 280.000; tutti i pezzi per realizzare un amplificatore a pila L. 15.000.
PICCOLO RENATO - Via N. Fabrizi, 275 - 65122 PESCARA

CERCO fotocopie articolo RX OC marzo/aprile Elettronica Pratica 1987. Pago bene. Massima serietà. Cerco schema RX valvolare mod. RC-59 della Europhon a valvole americane ed europee anche per uso amatoriale e un provavalvole.
MONNO EMANUELE - Via Firenze, 13 - 70050 SANTO SPIRITO (Bari) Tel. (080) 5531017 dalle 9 - 12 e 16 - 19

VENDO cinque altoparlanti CIARE da 12" (32 cm) 80 W RMS, 8 ohm, extendeb range, per strumenti musicali e P.A.-System, nuovi, acquistati per un progetto mai realizzato, a L. 50.000 cad.
COZZI LUIGI - Via Parini, 7 - 20068 PESCHIERA BORROMEO (Milano) Tel. (02) 5472906 (mattino fino alle 15)

CERCO schema elettrico tester 10.000 ohm/V del Corso Radio S.R.E. - Pago bene.
PARVENZA PAOLO - Via Ponchielli, 1 - 30038 SPINEA (Venezia)

Piccolo mercato del lettore ● Piccolo mercato del lettore

VENDO giochi per commodore 64 di tutti i generi su disco o cassetta a L. 500 cadauno (su cassetta) e L. 1.000 cadauno (su disco).
ZANI LUCA - Via Trieste, 1 - 10032 BRANDIZZO (Torino) Tel. (011) 9138315 ore pasti

VENDO CB Zodiac 40 ch omologato, microfono, wattmetro, rosmetro, accordatore d'antenna, cavi di collegamento, palo per installazione esterna, tutto in ottime condizioni, prezzo da concordare.
ROBERTO HP - Tel. (049) 771065

PER I VOSTRI INSERTI

I signori lettori che intendono avvalersi della Rubrica « Vendite - Acquisti - Permute » sono invitati ad utilizzare il presente tagliando.

TESTO (scrivere a macchina o in stampatello)

____

____

____

____

____

____

Inserite il tagliando in una busta e spedite a:

ELETTRONICA PRATICA

- Rubrica « Vendite - Acquisti - Permute »
Via Zuretti, 52 - MILANO.

LA POSTA DEL LETTORE

Tutti possono scriverci, abbonati o no, rivolgendoci quesiti tecnici inerenti a vari argomenti presentati sulla rivista. Risponderemo nei limiti del possibile su questa rubrica, senza accordare preferenza a chicchessia, ma scegliendo, di volta in volta, quelle domande che ci saranno sembrate più interessanti. La regola ci vieta di rispondere privatamente o di inviare progetti esclusivamente concepiti ad uso di un solo lettore.

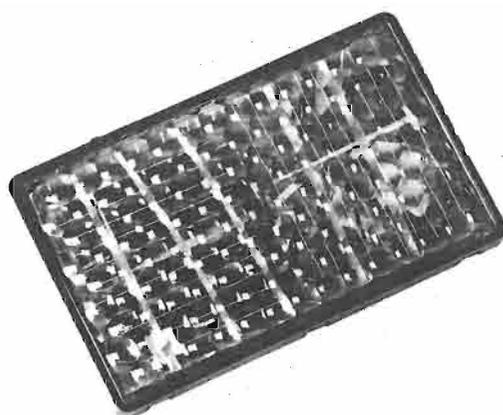
ELETTROCALAMITA VIBRANTE

Su un supporto di cartone, che poi ho infilato in un pacco lamellare a forma di E, ho avvolto, con lo scopo di realizzare una potente elettrocalamita, un migliaio di spire di filo di rame smaltato del diametro di 0,5 mm. Poi ho alimentato l'avvolgimento con la tensione di rete ed ho subito constatato come il dispositivo funzionasse egregiamente, attirando corpi ferrosi anche di notevoli dimensioni. Tuttavia, l'impiego cui intendevo destinare l'elettromagnete era quello di mantenere aperto un grosso cancello di ferro sollecitato a chiudersi da una molla d'acciaio. In pratica, invece, le forze magnetiche si sono rivelate insufficienti. Allora ho pensato di montare sul cancello, in posizione corrispondente all'elettrocalamita, un magnete permanente ricavato da un vecchio motore. Ma con mia grande sorpresa ho notato che, all'avvicinarsi dei due elementi, anziché aumentare le forze attrattive, insorgevano delle vibrazioni che rendevano ancor più precario l'aggancio del cancello. Come mai?

MAURI LEONARDO
Firenze

Il fenomeno da lei rilevato si spiega assai facilmente. Ogni elettromagnete, alimentato con la tensione alternata, genera un campo magnetico variabile con la stessa frequenza della tensione di alimentazione. Ciò significa che, sulle espansioni polari si formano, alternativamente, dei poli magnetici nord e sud. Ora, all'avvicinarsi di materiali ferrosi, in virtù del fenomeno dell'induzione magnetica, su questi si manifestano, con la stessa frequenza, le polarità di segno opposto. E la forza che si stabilisce è sempre di natura attrattiva, allo stesso modo di quanto accade tra una calamita ed un pezzetto di ferro. Anche se nel suo caso le forze di attrazione sono di tipo pulsante, perché generate da una alimentazione di origine sinusoidale. Per eliminare le pulsazioni, infatti, servirebbe l'alimentazione trifase, raramente disponibile nelle abitazioni civili. Ma nella sua particolare applicazione, le vibrazioni assumono una forte intensità, perché alle espansioni polari dell'elettromagnete si affaccia un potente magnete permanente, con polarità già ben costituite. Per cui la forza meccanica è attrattiva quando le polarità sono opposte a quelle dell'elettrocalamita, ed è repulsiva quando le polarità sono le stesse. Le consigliamo pertanto di eliminare il magnete permanente e di rendere perfettamente piane e parallele le superfici di contatto tra elettromagnete e cancello, eliminando, eventualmente, ogni sottile strato di vernice di protezione.

CELLULE SOLARI

Sono cellule pronte per il funzionamento e provviste, sulla faccia retrostante, di attacchi in ottone, che consentono il collegamento, in serie o parallelo, di più elementi, per eventuali e necessari aumenti di tensione o corrente.

Vengono vendute in due modelli, incapsulati in contenitore di plastica, che erogano la stessa tensione di 450 mV, ma una diversa corrente.

Modello A = 400 mA (76x46 mm)
L. 6.500 (spese di spediz. comprese)

Modello B = 700 mA (96x66 mm)
L. 7.600 (spese di spediz. comprese)

MODALITÀ DI RICHIESTE

Qualsiasi numero di cellule solari va richiesto a: STOCK RADIO - Via P. Castaldi, 20 - 20124 MILANO, inviando anticipatamente, tramite vaglia postale, assegno bancario o c.c.p. N. 46013207 l'importo corrispondente al numero e al modello di cellule desiderate.

BATTERIA PROTETTA

Con una batteria da 12 V alimento una lampada di illuminazione di un locale sprovvisto di impianto luce. A volte, purtroppo, mi dimentico di controllare la tensione che, scendendo molto al di sotto del valore nominale, danneggia irreparabilmente la batteria.

CALASCIBETTA LUCA
Catania

Il suo problema si risolve collegando, in serie con la batteria, questo circuito. Quando la tensione scende al di sotto di quella di zener, i due transistor vanno all'interdizione. Tenga presente che il transistor TR2 deve essere montato su robusto radiatore.

Resistenze

R1 = 4.700 ohm - 1/4 W
R2 = 1.000 ohm - 1/4 W
R3 = 10.000 ohm - 1/4 W

Varie

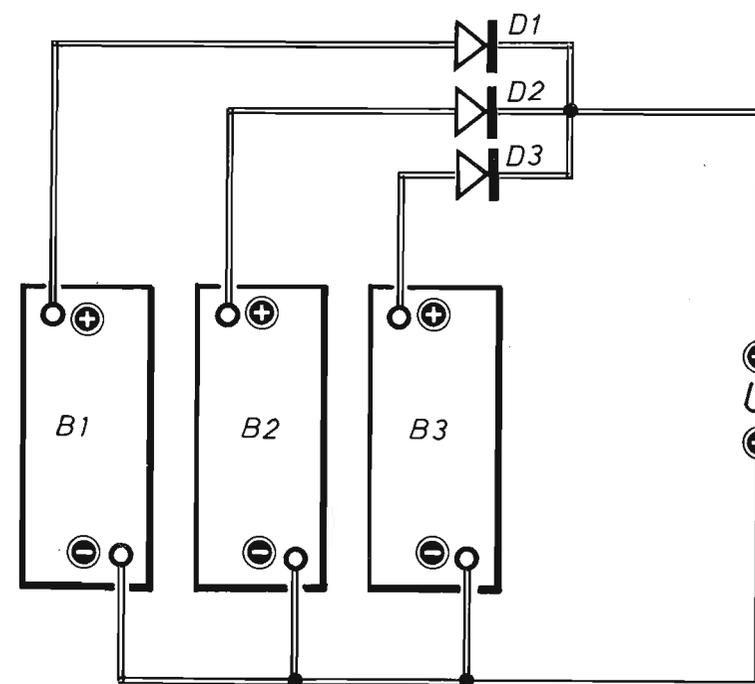
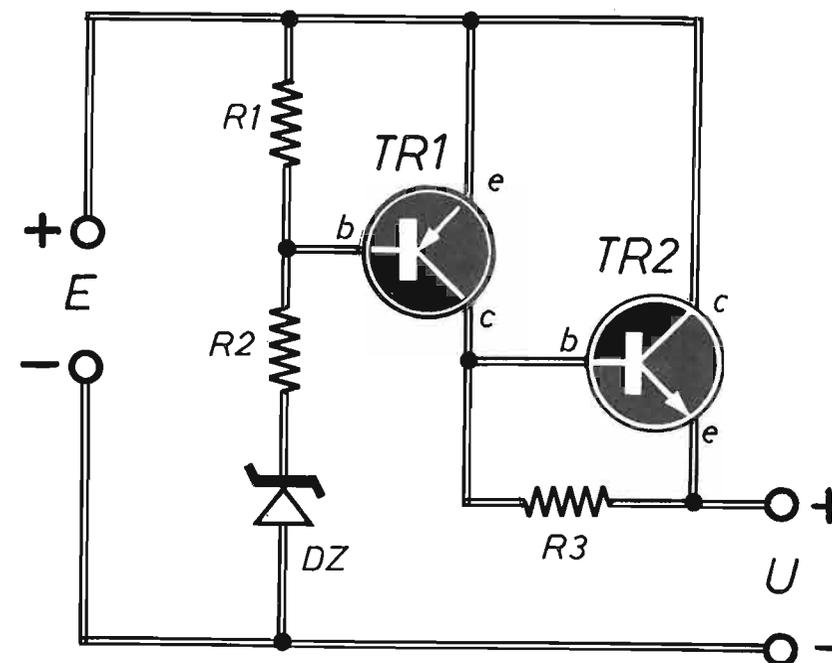
TR1 = 2N2905
TR2 = 2N3055
DZ = diodo zener (9 V - 1 W)

BATTERIE IN PARALLELO

Con alcune batterie di tipo ricaricabile, provenienti da un sistema per antifurto, vorrei alimentare un mio ricetrasmettitore CB. Mi è stato detto, tuttavia, che il collegamento in parallelo non è possibile. Faccio presente che i piccoli accumulatori sono da 12 V - 1 A.

ROMANELLO SAVINO
Perugia

Quanto riferitole risponde a verità, perché in tale collegamento si verificherebbe il travaso di energia dall'elemento più carico a quello meno carico. Ma con questo artificio, il parallelo si può fare ed è valido anche per due, quattro o più batterie.

B1 = batteria ricar. 12 V - 1 A
B2 = batteria ricar. 12 V - 1 A
B3 = batteria ricar. 12 V - 1 A
D1-D2-D3 = diodi al silicio (3 A ÷ 5 A)

AVVISATORE ACUSTICO

Potete propormi lo schema di un semplice avvisatore acustico, in grado di erogare un discreto livello audio su un altoparlante di 100 mm di diametro - 16 ohm - 1 W?

BERTOLI ANDREA
Bolzano

Costruisca questo elementare circuito, nel quale il trimmer R1 consente di regolare la tonalità del suono.

Condensatori

C1 = 22.000 pF
C2 = 22.000 pF
C3 = 100 µF - 16 Vl (elettrolitico)

Resistenze

R1 = 100.000 ohm (trimmer)
R2 = 22.000 ohm - 1/4 W
R3 = 12 ohm - 1/2 W

Varie

TR1 = BC109
TR2 = 2N2905
S1 = interrutt.
AP = altoparlante (16 ohm - 1 W)
ALIM. = 12 Vcc

IL NUMERO UNICO - ESTATE 1990

È il fascicolo arretrato interamente impegnato dalla presentazione di undici originali progetti, tutti approntati in scatole di montaggio, sempre disponibili a richiesta dei lettori.

COSTA L. 5.000

Chi non ne fosse in possesso, può richiederlo a:

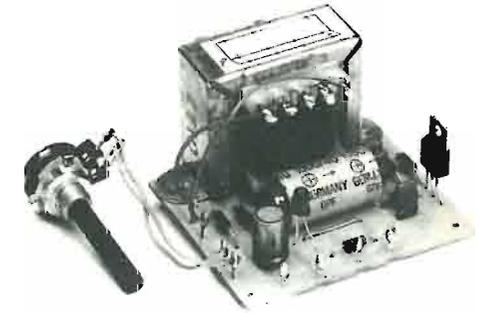
ELETTRONICA PRATICA - 20125 MILANO - Via Zuretti, 52, inviando anticipatamente l'importo di L. 5.000 a mezzo vaglia postale, conto corrente postale n. 916205 o assegno bancario.

ALIMENTATORE STABILIZZATO

In scatola di montaggio

Caratteristiche

Tensione regolabile	5 ÷ 13 V
Corr. max. ass.	0,7A
Corr. picco	1A
Ripple	1mV con 0,1A d'usc.
	5mV con 0,6A d'usc.
Stabilizz. a 5V d'usc.	100mV

Protezione totale da cortocircuiti, sovraccarichi e sovrariscaldamenti.

L. 24.800

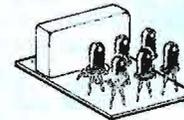
La scatola di montaggio dell'alimentatore stabilizzato costa L. 24.800 (nel prezzo sono comprese le spese di spedizione). Per richiederla occorre inviare anticipatamente l'importo a mezzo vaglia postale, assegno bancario o c.c.p. n. 46013207 intestato a: STOCK RADIO - 20124 MILANO - Via P. Castaldi, 20 - Telef. 02-2049831

Kits Elettronici Marzo '91

NOVITÀ

RS 278 L. 12.000

PUNTO LUCE ELETTRONICO A LED 220 Vca

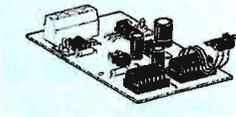
Sei LED rossi si accendono alla tensione di rete 220 Vca, segnalandone così la sua presenza.
Può essere applicato a qualsiasi apparecchiatura funzionante a 220 Vca in modo da indicarne la sua accensione.
È molto idoneo ad essere impiegato come 'punto luce', applicato direttamente alle prese di corrente della casa ed in modo particolare a quelle presenti nelle camere dei bambini.
L'utente potrà, a suo piacimento, fare accendere quanti e quali LED desidera.
Molte altre applicazioni vi saranno suggerite dalla vostra fantasia.
L'assorbimento del dispositivo è di soli 16 mA.

RS 279 L. 52.000

BARRIERA A RAGGI INFRAROSSI PROFESSIONALE

È un dispositivo, costruito su due diversi circuiti stampati, col quale si crea una invisibile barriera (raggi infrarossi) che può essere utilizzata per rivelare il passaggio di persone o cose, funzionando così da antifurto oppure come sensore per contapezzi o persone.
Ogni volta che la barriera a raggi infrarossi viene interrotta, il relè della piastra ricevente si eccita. I suoi contatti possono sopportare una corrente massima di 2A.
Grazie ad un particolare circuito di stabilizzazione, il dispositivo può essere alimentato con tensioni comprese tra 9 e 24 Vcc. L'assorbimento è di 50 mA a riposo e 120 mA con relè eccitato.
La massima lunghezza della barriera è di 6 metri.

RS 282 L. 27.000

LAMPEGGIATORE BILAMPADA PER AUTO AUTOCARRI ANTIFURTI

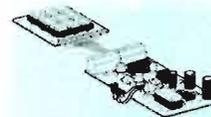
È un dispositivo che serve a far lampeggiare due lampade contemporaneamente o alternativamente. La funzione opportuna si seleziona tramite un apposito deviatore.
Grazie ad un particolare circuito di stabilizzazione può essere alimentato a 12 o 24 Vcc e può essere usato come avvisatore di pericolo in auto o autocarri o per richiamare l'attenzione in sistemi di allarme.
La potenza massima di ogni lampada non deve superare i 24 W se alimentato a 12 V e 48 W se alimentato 24 V.
La frequenza dei lampeggi è regolabile tra circa 44 e 250 lampeggi al minuto.
Il dispositivo può essere alloggiato nel contenitore LP 452.
Per facilitare i collegamenti esterni, il KIT è completo di morsettiera.

RS 283 L. 29.000

MICRO RICEVITORE F.M. - A.M.

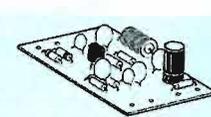
Grazie al funzionamento in Super Reazione è adatto a ricevere e a rivelare segnali modulati in frequenza o in ampiezza. La sintonia è del tipo varicap. Variando le spire della bobina di accordo si possono ricevere trasmissioni con frequenza compresa tra 74 e 126 MHz suddivise in 5 gamme: 74-80, 85-92, 98-106, 107-113, 120-126 MHz.
Nella prima gamma si possono ascoltare emissioni della polizia e ricevere i segnali trasmessi dalla Radio Spia RS 248, mentre nella quinta vengono trasmesse le comunicazioni tra aerei e torre di controllo. Nelle gamme 2 e 3 si ricevono le radio commerciali F.M.
L'ascolto può avvenire con qualsiasi auricolare o cuffia.
Per l'alimentazione occorre una normale batteria da 9 V per radioline.
Il dispositivo può essere alloggiato nel contenitore plastico LP 452.

RS 280 L. 55.000

RELÈ A COMBINAZIONE ELETTRONICA

Quando i nove pulsanti della tastiera vengono premuti nella giusta successione, l'impulso di uscita pilota l'apposito relè.
La chiave è pressoché inviolabile, perché ogni volta che si preme un tasto sbagliato il dispositivo si azzera. La combinazione può essere facilmente cambiata. Con un apposito deviatore si possono selezionare due diversi modi di funzionamento:
1° Digitando l'esatta combinazione il relè si eccita.
2° Digitando l'esatta combinazione il relè si diseccita.
La tensione di alimentazione può essere compresa tra 9 e 24 Vcc e l'assorbimento è di soli 10 mA a riposo e 100 mA con relè eccitato i cui contatti possono sopportare una corrente massima di 2 A. Il dispositivo può essere usato nei modi più svariati: come serratura a combinazione, per inserire e disinserire antifurti, per attivare o disattivare linee telefoniche ecc.

RS 281 L. 16.000

AMPLIFICATORE D'ANTENNA PER AUTORADIO

Opera in una gamma di frequenza compresa tra 100 KHz e 120 MHz (OL OM OC FM) e serve a migliorare la ricezione delle autoradio aumentando il segnale d'entrata di circa 3 volte (10 dB).
La sua installazione è di estrema facilità: basta infatti inserirlo tra l'antenna e l'autoradio e alimentarlo con la tensione di batteria della vettura (12 V).
L'assorbimento è di soli 3,5 mA.
Il dispositivo è di ridottissime dimensioni (31 X 41 mm) e può essere accolto dal contenitore LP 451.

Per ricevere il catalogo generale utilizzare l'apposito tagliando scrivendo a:

ELETTRONICA SESTRESE srl
VIA L. CALDA 33/2 - 16153 GENOVA SESTRI P.
TELEFONO 010/603679 - 6511964 - TELEFAX 010/602262

01

NOME ______ COGNOME ______
INDIRIZZO ______
C.A.P. ______ CITTÀ ______

offerta speciale!

NUOVO PACCO DEL PRINCIPIANTE

Una collezione di dieci fascicoli arretrati accuratamente selezionati fra quelli che hanno riscosso il maggior successo nel tempo passato.

L. 15.000

Per agevolare l'opera di chi, per la prima volta è impegnato nella ricerca degli elementi didattici introduttivi di questa affascinante disciplina che è l'elettronica del tempo libero, abbiamo approntato un insieme di riviste che, acquistate separatamente verrebbero a costare L.5.000 ciascuna, ma che in un blocco unico, anziché L.50.000, si possono avere per sole L. 15.000.

Richiedeteci oggi stesso IL PACCO DEL PRINCIPIANTE inviando anticipatamente l'importo di L. 15.000 a mezzo vaglia postale, assegno o c.c.p. n. 916205, indirizzando a: Elettronica Pratica - 20125 MILANO - Via Zuretti, 52.

STRUMENTI DI MISURA

affidabili!
economici!
tascabili!

TS-320
Portata 10 A
con boccola separata
Precisione 0.25%

L. 67.300

TS-360-C
Misure di temperatura
e portata 10 A
con boccola separata
Precisione 0.25%

L. 84.700

TS-361
Dotato con
iniettore di segnali
Precisione 0.25%

L. 62.400

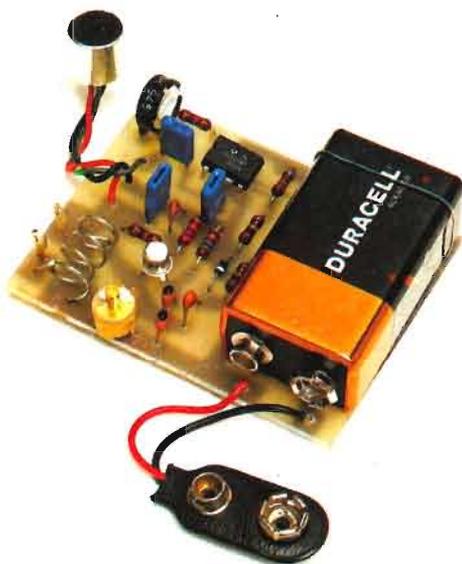
Ogni strumento è corredato di libretto di istruzioni, batteria di alimentazione e borsa custodia antiurto.

Caratteristiche generali e dettagliate possono essere richieste prima dell'acquisto inviando francobolli per L. 700.

Gli strumenti pubblicizzati in questa pagina possono essere richiesti inviando anticipatamente l'importo, nel quale sono già comprese le spese di spedizione, tramite vaglia postale, assegno bancario o conto corrente postale n. 46013207 a: STOCK RADIO - 20124 MILANO - Via P. Castaldi, 20.

MICROTRASMETTITORE FM 52 MHz ÷ 158 MHz

IN SCATOLA DI MONTAGGIO
L. 24.000

Funziona anche senza antenna. È dotato di eccezionale sensibilità. Può fungere da radiomicrofono e microspia.

L'originalità di questo microtrasmettitore, di dimensioni tascabili, si ravvisa nella particolare estensione della gamma di emissione, che può uscire da quella commerciale, attualmente troppo affollata e priva di spazi liberi.

CARATTERISTICHE

EMISSIONE	: FM
GAMME DI LAVORO	: 52 MHz ÷ 158 MHz
ALIMENTAZIONE	: 9 Vcc ÷ 15 Vcc
ASSORBIMENTO	: 5 mA con alim. 9 Vcc
POTENZA D'USCITA	: 10 mW ÷ 50 mW
SENSIBILITÀ	: regolabile
BOBINE OSCILL.	: intercambiabili
DIMENSIONI	: 6,5 cm × 5 cm

La scatola di montaggio del microtrasmettitore, nella quale sono contenuti tutti gli elementi riprodotti qui sopra, costa L. 24.000. Per richiederla occorre inviare anticipatamente l'importo a mezzo vaglia postale, assegno bancario o conto corrente postale n. 46013207 intestato a: STOCK RADIO - 20124 MILANO - Via P. Castaldi, 20.